

**PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA PARA LA VEREDA PARAJE “LA
LUISA” DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI**



**LUÍS EDUARDO BARROS PINILLOS
2070002**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2020**

**PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA PARA LA VEREDA PARAJE “LA
LUISA” DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI**



LUÍS EDUARDO BARROS PINILLOS

**Proyecto de grado para optar al título de
Administrador Ambiental**

**Director
ALEJANDRO SOTO DUQUE
MSc en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2020**

Nota de aceptación:

**Aprobado por el Comité de Grado
en cumplimiento de los requisitos
exigidos por la Universidad
Autónoma de Occidente para optar
al título de Administrador
Ambiental**

CAROLINA GOMEZ SCHOUBEN

Jurado

ELIZABETH MUÑOZ

Jurado

Santiago de Cali, 04 de diciembre de 2020

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
ABSTRAC	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1 Justificación	17
1.3 ALCANCES Y LIMITANTES	17
1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. MARCO DE REFERENCIA	20
3.1 ESTADO DEL ARTE	20
3.2 MARCO TEÓRICO	23
3.2.1 Descripción general de las cuencas	23
3.2.2 Funciones de las Cuencas	23
3.2.3 Servicios Ambientales.	24
3.2.4 El plan de emergencia y contingencias.	25

3.3 MARCO LEGAL	25
4. METODOLOGÍA	27
4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	27
4.2 ZONA DE ESTUDIO	27
4.3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS, BIOLÓGICO-ECOLÓGICOS, AMBIENTALES, BIOCULTURALES	28
4.3.1 Aspectos socioeconómicos	28
4.3.2 Aspectos ambientales	29
4.4 ACTIVIDADES, MÉTODOS, TÉCNICAS	29
4.4.1 Metodología objetivo específico 1	29
4.4.2 Metodología objetivo específico 2.	32
4.4.3 Metodología objetivo específico 3.	32
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
5.1 DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PARAJE LA LUISA Y DE LOS CAUCES NATURALES DE LO SUBCUENCAS LILI, MELÉNDEZ Y CAÑAVERALEJO	35
5.1.1 Condiciones de la infraestructura actual del acueducto.	35
5.1.2 Condiciones actuales de los cauces naturales de lo subcuencas Lili, Meléndez y Cañaveralejo.	42
5.2 INDICADORES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO	54
5.2.1 Análisis del riesgo enfocado a la alteración de la calidad del agua para consumo humano y las posibles implicaciones en el abastecimiento de la bocatoma La Luisa.	54
5.2.2 Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano originado por fenómenos naturales y socio naturales.	67

5.3 PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA PARA ATENDER LOS POSIBLES IMPACTOS CAUSADOS POR UN EVENTO	71
5.3.1 Elaboración de inventarios.	71
5.3.2 Organización para la emergencia.	85
5.3.3 Estructura organizacional de la emergencia.	86
5.3.4 Criterios para declarar los niveles de alerta. (Tabla 27)	87
5.3.5 Criterios para declarar la emergencia y estructura de intervención.	88
5.3.6 Cadena de llamado y línea de tiempo- alerta institucional. (Duración 20 minutos).	92
5.3.7 Comisión de emergencias	94
5.3.8 Comunicaciones	94
5.3.9 Protocolo de actuaciones.	95
5.3.10 El análisis posterior al evento.	98
6. CONCLUSIONES	100
7. RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS	103

LISTA DE FIGURAS

	pág.
<i>Figura 1. Ubicación cuenca abastecedora zona de las Quebradas de las bocatomas</i>	28
<i>Figura 2. Estado de la Bocatoma</i>	36
<i>Figura 3. Desarenador</i>	37
<i>Figura 4. Planta de Tratamiento de agua potable</i>	38
<i>Figura 5. Filtros dinámicos descendentes</i>	39
<i>Figura 6. Cantidad de eventos por comuna o corregimiento en toda la Cuenca Lili, Meléndez y Cañaveralejo (Remoción en masa)</i>	42
<i>Figura 7. Cantidad de eventos en Remoción en masa por comuna o corregimiento en toda la Cuenca Lili, Meléndez y Cañaveralejo</i>	43
<i>Figura 8. Cantidad de eventos por comuna o corregimiento en toda la Cuenca Lili, Meléndez y Cañaveralejo (Incendios Forestales)</i>	44
<i>Figura 9. Amenaza por incendios forestales</i>	44
<i>Figura 10. Caudales Concesionados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC</i>	45
<i>Figura 11. Precipitación en ocurrencia del niño y de la niña</i>	48
<i>Figura 12. Oferta y demanda hídrica Subcuenca Río Meléndez</i>	49
<i>Figura 13. Oferta y demanda hídrica Subcuenca Río Lili</i>	50
<i>Figura 14. Oferta y demanda hídrica subcuenca río Cañaveralejo</i>	50
<i>Figura 15. Índice de Aridez (IA)</i>	52
<i>Figura 16. Organigrama de atención a la emergencia con ayuda externa</i>	82
<i>Figura 17. Estructura organizacional</i>	86
<i>Figura 18. Línea de Mando Unificada</i>	93

LISTA DE TABLAS

	pág.
<i>Tabla 1. Marco legal</i>	25
<i>Tabla 2. Factores de vulnerabilidad</i>	30
<i>Tabla 3. Frecuencias</i>	31
<i>Tabla 4. Métodos</i>	33
<i>Tabla 5. Características de la Bocatoma</i>	36
<i>Tabla 6. Cronograma de mantenimiento</i>	40
<i>Tabla 7. PTAP en la zona</i>	46
<i>Tabla 8. Vertimientos registrados CVC</i>	47
<i>Tabla 9. Concesiones registradas CVC</i>	48
<i>Tabla 10. Valoración del Índice de Aridez</i>	51
<i>Tabla 11. Riesgo por reducción de la oferta</i>	53
<i>Tabla 12. Anexo Técnico I de la Resolución 4716 de 2010</i>	53
<i>Tabla 13. Análisis de probabilidad de amenazas del sistema de acueducto La Luisa</i>	55
<i>Tabla 14. Evaluación del factor de capacidad institucional</i>	56
<i>Tabla 15. Escala de vulnerabilidad del sistema de acueducto</i>	57
<i>Tabla 16. Matriz de Estimación de la probabilidad y de los factores de vulnerabilidad del sistema de acueducto</i>	58
<i>Tabla 17. Matriz de aceptabilidad según el riesgo calculado en el área de interés por año</i>	63
<i>Tabla 18. Actores de la gestión del riesgo</i>	71
<i>Tabla 19. Recursos humanos primera parte</i>	73

<i>Tabla 20. Recursos humanos segunda parte</i>	74
<i>Tabla 21. Inventario de equipos</i>	75
<i>Tabla 22. Recursos económicos</i>	76
<i>Tabla 23. Matriz DOFA</i>	78
<i>Tabla 24. Identificación de requerimientos</i>	79
<i>Tabla 25. Comité Central para la Atención de Emergencias</i>	81
<i>Tabla 26. Emergencias y Solicitud de Ayuda Externa para la Atención de Emergencias</i>	83
<i>Tabla 27. Tipo de ayuda requerida</i>	84
<i>Tabla 28. Programa de fortalecimiento institucional</i>	85
<i>Tabla 29. Niveles de alerta</i>	87
<i>Tabla 30. Criterios para declarar la emergencia y estructura de intervención</i>	89
<i>Tabla 31. Cadena de llamado</i>	93
<i>Tabla 32. Formato directorio de emergencia, líneas concertadas</i>	95
<i>Tabla 33. Procedimientos y protocolos</i>	96
<i>Tabla 34. Reporte de Daños Post-Evento</i>	97
<i>Tabla 35. Análisis del evento ocurrido</i>	98

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un plan de emergencia y contingencia para responder a eventos adversos y minimizar los daños en la infraestructura del acueducto en la vereda paraje "La Luisa", y las consecuencias al afectar la calidad del agua de las subcuencas de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo del municipio de Santiago de Cali. A través del análisis documental utilizado como método, se realiza la caracterización de la situación de la bocatoma y de las cuencas de los ríos en estudio y de los riesgos del sistema de acueducto, teniendo en cuenta la calidad del agua para consumo humano y manejo eficiente de las cuencas hídricas de los ríos. Los resultados demuestran un riesgo latente de contaminación en los tres ríos debido al aumento del turismo incontrolado, al eventual fallo de los sistemas sépticos, la probable liberación de aguas contaminadas hacia la fuente de suministro o cerca de las líneas de aducción, conducción y distribución. La propuesta está enfocada en la capacidad de respuesta consistente en un estudio que permitió identificar el panorama de recursos disponibles ante una situación de emergencia, conllevando de este modo a la toma de decisiones, la gestión de estas capacidades, así como la identificación clara de qué recursos serían necesarios para gestionar ante una emergencia.

Palabras claves: Calidad del agua, Cauces naturales, Impacto ambiental, Infraestructura del acueducto, Plan de emergencia y contingencia, Subcuencas.

ABSTRAC

The main objective of this project is to design an emergency and contingency plan to respond to adverse events and minimize damage to the infrastructure of the aqueduct in the village of "La Luisa", and the consequences of affecting the water quality of the sub-basins of the Lili, Meléndez and Cañaveralejo rivers of the municipality of Santiago de Cali. Through the documentary analysis used as a method, the characterization of the situation of the intake and of the basins of the rivers under study and the risks of the aqueduct system is carried out. , taking into account the quality of water for human consumption and efficient management of river basins. The results show a latent risk of contamination in the three rivers due to the increase in uncontrolled tourism, the eventual failure of septic systems, the probable release of contaminated water towards the supply source or near the adduction, conduction and distribution lines. The proposal is focused on a in response capacity consisting of a study that made it possible to identify the panorama of available resources in an emergency situation, thus leading to decision-making, the management of these capacities, as well as the clear identification of what resources would be necessary to manage in an emergency.

Keywords: Water quality, Natural channels, Environmental impact, Aqueduct infrastructure, Emergency and contingency plan, Sub-basins.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los recursos hídricos es una de las problemáticas de más relevancia que tiene la gestión del agua, por la diversidad, ignorancia e indiferencia social y la enorme contaminación generada por el desarrollo urbano, industrial, minero, hidrocarburífero, agroindustrial y por la ineficiencia y falta de coordinación de las organizaciones públicas y privadas competentes en la materia. En tal contexto, se considera que el abastecimiento de agua potable hace parte de los derechos humanos, con base en la resolución 64/292 del 28 de julio de 2010 expedida por la Asamblea General colombiana, en la que se establece la relevancia de disponer de agua potable y saneamiento equitativamente como parte fundamental del aprovechamiento de todos los derechos humanos, no obstante actualmente solo unas pocas de las cabeceras municipales del país se encuentran proveídas de este recurso. (Botero, *et. al.*, 2017)

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el objetivo principal del presente trabajo busca desarrollar un plan de emergencia y contingencia para desarrollar destrezas y habilidades que permitan identificar y minimizar aspectos ambientales como elementos Biofísicos, Económicos, Sociales e Institucionales existentes en las condiciones actuales de la infraestructura del acueducto y consecuencias al afectar la calidad del agua de las cuencas hidrográficas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili de la ciudad de Cali.

Para el cumplimiento del objetivo general, este trabajo se divide en tres ejes temáticos a saber: en la primera parte, se lleva a cabo un diagnóstico situacional de la infraestructura del acueducto de la vereda paraje La Luisa y las condiciones de los cauces naturales de lo subcuencas Lili, Meléndez y Cañaveralejo que surten de agua al acueducto; en la segunda parte, se realiza un comparativo de los escenarios sobre los impactos ambientales que están generando los problemas de deterioro en las cuencas; en la tercera parte, se formula un plan de emergencia y contingencia para responder a eventos adversos y reducir el impacto que generen en la infraestructura del acueducto y en las cuencas objeto de estudio. Por último, se realizan conclusiones y recomendaciones generales.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El uso del agua entra constantemente en conflicto con la preservación del medio ambiente y la biodiversidad. Dada la extraordinaria riqueza de recursos bióticos e hídricos de las cuencas y la degradación a la que están siendo sometidos, el análisis de la relación entre la gestión de los recursos hídricos y la del medio ambiente ha adquirido en la Constitución colombiana un carácter de objetivo social, que al estar relacionado adicionalmente con la prestación eficiente de los servicios públicos, la salubridad y los recursos naturales como garantía de la supervivencia de las generaciones presentes y futuras, ha sido entendido como una prioridad dentro de los fines del Estado y como un reconocimiento al deber de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Igualmente, se entiende que la protección del medio ambiente se ha convertido en motivo de preocupación para los Estados, debido al alto deterioro en que se encuentra. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

La existencia de un sinnúmero de instituciones con funciones en el ámbito de los recursos naturales y el ambiente ha generado dualidad de funciones; contradicciones en determinaciones adoptadas sobre el mismo recurso; conflicto de competencia; atomización de recursos financieros; duplicación de esfuerzos; fraccionamiento de ecosistemas sin criterios técnicos ni científicos; y politización y burocratización de las distintas entidades. Lo anterior imposibilitaba el desarrollo de acciones en forma integral para el manejo de los recursos naturales y el ambiente. Dentro de este marco de situaciones, las iniciativas para la gestión ambiental y la administración de los recursos naturales en Colombia, surgidas al interior del Estado en la segunda mitad de los años 80, aparecen difusas e incoherentes, parciales y cortoplacistas, que en lugar de solucionar el problema contribuyen a agudizar la dispersión y el conflicto de competencias, mostrando situaciones abrumadoras para el sector como la deforestación y conexas a ella el aporte de sedimentos a las fuentes de agua; las aguas servidas de asentamientos humanos y parques industriales; las aguas servidas por la industria petrolera; los desechos sólidos peligrosos que por sus características químicas encierran una alta toxicidad para los ecosistemas y cadenas tróficas y por consiguiente para la salud humana; las aguas servidas del beneficio del café; el uso de plaguicidas, entre otras. (Sánchez, 2002)

El país ha tenido que sufrir uno tras otro desastre ecológico, especialmente en los sectores de humedales de la Costa Atlántica, llámense Ciénaga de la Virgen, Bahía de Cartagena, Ciénaga Grande de Santa Marta, Parque de Salamanca, Ciénaga de Palagua, para no mencionar sino las más conocidas. De la misma forma, y tal vez con más asombros ha tenido que constatar los índices de deforestación y

contaminación de las principales cuencas hidrográficas. En este sentido, las poblaciones que habitan especialmente las riberas de los ríos o las laderas de las montañas ve menguada su calidad de vida en la medida que disminuye la pesca, los suelos protegidos son arrasados por las aguas de escorrentía y las cosechas son cada vez más pobres. En este orden de ideas, la crisis de los recursos naturales, significa a su vez la crisis del proceso productivo. (Sistema de información ambiental de Colombia –SIAC, 2002)

El marco conceptual para el manejo de aguas tiene un enfoque sistémico centrado en la cuenca, entendida como un sistema organizado de relaciones complejas al interior y exterior de ella en donde están definidas las relaciones y los procesos. De esta manera, su manejo debe ser de carácter integral, multisectorial, interdisciplinario, participativo, coordinado, objetivo y práctico, con lo cual se puede garantizar una real planificación ambiental participativa y gestionaria, de acuerdo a las potencialidades y limitaciones de la cuenca en el nivel que ella pertenece.

La incorporación del manejo de cuencas al proceso de planificación, busca introducir efectivamente la variable ambiental a los diferentes niveles de los planes de desarrollo nacional, regional y municipal; por lo que se puede establecer políticas, estrategias y acciones relacionadas y coherentes entre sí, al mismo tiempo que responda a las expectativas de cada nivel a participación social. (Ministerio del Medio Ambiente, 2014)

Con funciones predominantes de desarrollo y planificación para la conservación de los recursos naturales, en 1954 se introduce un modelo similar estadounidense en cuanto al desarrollo regional diferenciado del político – administrativo. Partiendo de la cuenca hidrográfica se retoma la experiencia de TVA (Tennessee Valley Authority) y se creó la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. (Carrizosa, 1988) Con una población de 2'544.639 habitantes, la ciudad de Santiago de Cali, dispone de una red hídrica, conformada por 7 ríos: Pance, Lili, Meléndez, Cañaveralejo, Aguacatal, Cali y Cauca. Las precipitaciones varían entre 1300 mm/año en el sur y 1000 mm/año en el norte, aumentando en la dirección suroeste. (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, 2017)

Según la base de datos de la Secretaria de Salud Pública Municipal (2015), para el periodo comprendido en el 2010 - 2013, se presentaron 521 registros asociados con eventos hidrometeorológicos (que cubren la zona urbana y rural del Municipio de Santiago de Cali). De los cuales el 39% corresponden a inundaciones, el 37% a deslizamientos, el 10% a lluvias, el 6% a tempestad, el 4% a vendaval, el 2% a avenida torrencial y el 1% a tormenta eléctrica. En la zona rural, el corregimiento de La Buitrera presenta el mayor número de registros.

Al interior de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili, el agua opera como distribuidor de insumos primarios (nutrientes, material orgánico, sedimentos) generados por el ejercicio sistémico de los recursos. Este proceso representa el relieve e interviene en la formación y distribución de los suelos en las laderas, y por tal razón en el repartimiento de la vegetación y del uso de la tierra.

El poco control y ejercicio de funciones por parte de las autoridades ambientales de la vereda paraje La Luisa ha contribuido con un inapropiado mecanismo de tratamiento y manejo de aguas residuales, la falta de compromiso de la población con el medio ambiente y el uso inadecuado de la explotación minera, han generado el menoscabo ambiental de la zona, esta situación ha impactado en la salud de las personas, contaminación de las fuentes hídricas y, deforestación en las cuencas tanto del río Meléndez como Lili.

Por eso es urgente abordarse desde la política pública que ordena un manejo integral del recurso hídrico, por cuencas, con obligación de inversión para mitigar y corregir el riesgo, además de prevenir y adaptarse al cambio climático, lo cual se percibe pero requiere un estudio juicioso que demuestre los programas de ejecución de las mismas, los conflictos de interés, la participación de los usuarios y la disponibilidad de los recursos financieros y físicos.

En el municipio de Santiago de Cali, donde los ríos constituyen un recurso natural de gran importancia, cumpliendo una importante función con el entorno, han sido alterados de manera significativa, debido entre otros factores al desplazamiento de la población al área urbana, lo que genera una situación crítica de presión hacia los recursos naturales, evidenciándose en la contaminación y disminución de la oferta hídrica de ríos tan importantes como el Cañaveralejo, Meléndez y el Lili. (Jaramillo, 2011) Por tal razón, acciones que contribuyan a mejorar la calidad del recurso, redundan en un bienestar no solo para los recursos naturales, sino para la comunidad en general.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se han podido observar a nivel global problemas de gran magnitud ecológica y ambiental ocasionados por diversos motivos, dentro de los cuales el más relevante tiene que ver con la intervención de la especie humana en la modificación de su entorno. En este sentido, cada ecosistema y entorno tiene la probabilidad de servir de soporte al desarrollo productivo, adaptando una serie de procesos económicos y de esta manera suministrar los recursos que se necesitan para que estos puedan llevarse a cabo adecuadamente. Debido a que la extracción de ellos, ha sido cada vez más enfocada hacia la devastación que a la preservación,

se ha hecho imperioso un control de dichas actividades que en resumidas cuentas lo que ocasionan es el denominado desequilibrio ecológico en áreas en las cuales anteriormente los recursos extraíbles abundaban, generando que en algunas de ellas se prevea su extinción.

Conocidos y ejecutados tales procesos de extracción y suministro por parte de los humanos de todos los recursos esenciales para la supervivencia y en suma para la explotación productiva en materia de rentabilidad económica, todos esos procedimientos están provocando una gran volumen de “efluentes”, o sea, de emisiones, vertidos, desechos y residuos que superan la capacidad de aprovechamiento del entorno natural, ya sea por la dispersión atmosférica, disolución en el agua, absorción en el suelo.

Todo esto conlleva a deducir que el medio ambiente se ha convertido en una herramienta estratégica, instrumento de trabajo diario para todos los entes económicos que existen a nivel global. Confrontar desde un punto de vista jurídico-económico el problema del deterioro medioambiental es el resultado de una conducta racional que trata de dar solución a problemas específicos, en un marco institucional determinado.

En el marco de las observaciones anteriores, la política ambiental en Colombia muestra vacíos legales en su normatividad, deficiencia que ha establecido la explotación indiscriminada del sector industrial primordialmente, configurándose en el mayor explotador de los recursos naturales, generando un daño irreparable al entorno ecológico. Las falencias jurídicas, los ineficaces controles y la falta de conciencia de los múltiples sectores, en cuanto a los efectos irreversibles producidos a los ecosistemas, representan los aspectos más relevantes de quebrantamiento al ambiente. (Pérez, 2013)

Ante esta situación crítica del derecho constitucional al medio ambiente tiene la gran responsabilidad de establecer instituciones jurídicas y procesales con la capacidad de frenar la progresividad de esta destrucción a nombre del desarrollo económico, crear métodos de protección y preservación de la vida, como garantes del derecho a vivir en un medio ambiente sano. (Giraldo, 2015)

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, la principal contradicción se presentaría en la medida de que sin embargo de que la Constitución Política de Colombia en su artículo 79 determina que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, la ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que pueden afectarlo”, y no obstante de que existe una normatividad en el tema de protección del medio ambiente se evidencia que no existe una política drástica y

una regulación específica de la responsabilidad de la Administración, particularmente en cabeza de los alcaldes municipales y distritales por daños medioambientales en Colombia. (Acevedo y Mendivelso, 2013)

1.2.1 Justificación

El agua es indispensable para cualquier actividad por tal motivo debe ser administrada en beneficio de toda la población, lo que implica asumir responsabilidades (contabilización, conservación y control de uso adecuado), así como reglamentar la asignación de derechos sobre su uso. Para alcanzar un manejo sustentable del recurso futuro, es necesario que todos los ciudadanos conozcan la situación real del agua y, con ello, todos puedan participar en la toma de decisiones para su manejo responsable con el acompañamiento institucional a través de las organizaciones estatales del agua, los consejos de cuenca y los comités técnicos de aguas subterráneas.

En dichas circunstancias, es necesaria la participación de los miembros de la sociedad para que desde cada una de sus actividades: en el hogar, en el trabajo, en la escuela, en la comunidad, en las áreas de recreación, consideren que el agua es un valorpreciado que por tanto se debe hacer un uso eficiente de este recurso. por ello, se considera importante el aporte y desarrollo de este proyecto, como una forma de incentivar al lector mejores hábitos en cuanto al uso de los recursos hídricos, buscando el interés y compromiso brindándole alternativas de prácticas guiadas que fomenten la investigación.

1.3 ALCANCES Y LIMITANTES

Con este trabajo escrito se quiere llegar a un punto en el que la población de la vereda paraje La Luisa, se concientice de la vital importancia del agua para la conservación de vida en el planeta, e involucrar a toda la sociedad en el cuidado y manejo de las cuencas de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo de la ciudad de Cali.

Se busca también que la propuesta de este trabajo tenga gran eco en la Universidad Autónoma de Occidente, a tal punto que este modelo sea adoptado por otras instituciones educativas.

Una limitante para el desarrollo del proyecto fue la falta de apoyo por parte de algunos miembros de la comunidad para el trabajo práctico dentro de las cuencas,

al igual que la falta de apoyo de la autoridad para realizar estas prácticas debido a que tuvieron que llevar a cabo otras obligaciones que para ellos eran más importantes.

1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo el plan de emergencia y contingencia propuesto responderá a eventos adversos para minimizar los daños en la infraestructura del acueducto y mejorar la calidad del agua de las cuencas en la vereda paraje "La Luisa" del municipio de Santiago de Cali?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de emergencia y contingencia para responder a eventos adversos y minimizar los daños en la infraestructura del acueducto y las consecuencias al afectar la calidad del agua de las cuencas en la vereda paraje "La Luisa" del municipio de Santiago de Cali.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las condiciones actuales de la infraestructura del acueducto de la vereda paraje la luisa y las condiciones de los cauces naturales de lo subcuencas Lili, Meléndez y Cañaveralejo que surten de agua al acueducto
- Comparar mediante indicadores los escenarios sobre los impactos ambientales que están causando los problemas de deterioro en las cuencas abastecedoras de agua de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili.
- Formular un plan de emergencia y contingencia para responder a eventos adversos y reducir el impacto que generen en la infraestructura del acueducto y en las cuencas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ESTADO DEL ARTE

Entre las consultas realizadas en relación con los planes de emergencia y de contingencia para prevenir daños en la infraestructura del acueducto y consecuencias al afectar la calidad del agua en la vereda paraje "La Luisa" del municipio de Santiago de Cali, se encontraron algunos referentes de acercamiento valioso y complementario como aportes para la experiencia pedagógica del problema en mención. A continuación, se detallan aquellos que brindaron un aporte significativo tanto en el ámbito internacional como en el nacional:

Inicialmente, se reseña la investigación realizada en Catatunga – Ecuador por Ibáñez (2012), el cual estableció que en la Sub Cuenca del Río San Pablo del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, por razones del ejercicio agrícola y ganadero que realizan los campesinos se está deteriorando de modo vertiginoso la cobertura vegetal y conllevando a la contaminación del agua. Se logró identificar la línea base del proyecto a través de un diagnóstico situacional en el que se verificó que en la población existen muchas necesidades insatisfechas que deben ser suplidas con la finalidad de aportar al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

El diagnóstico llevado a cabo al recurso hídrico en la Sub Cuenca del Río San Pablo permitió establecer que el caudal existente siendo este de 9,732 l/seg, se ve afectado por la deforestación, la cual no es significativa pero si interviene en la reducción del caudal, así como además la explotación de material pétreo. En lo concerniente a la calidad del agua según el análisis realizado sobre DBO₅, Grasas y Aceites, Colibacilos Totales y Colibacilos fecales, se determinó que la razón principal de la contaminación es debido a los múltiples establos de ganado vacuno y a los criaderos de porcinos. Como resultado, se llevó a cabo un Plan de Manejo Ambiental con los planes, programas y proyectos correspondientes, con base en planteamientos señalados en los códigos, y a las políticas de responsabilidad social y ambiental para la protección del ambiente y el bienestar colectivo.

Trani, *et. al.* (2013), planteó en su artículo una propuesta de plan de manejo de agua, llevando a cabo el análisis y caracterización de la situación existente de los mecanismos hidro-socioeconómico-ambientales, de la parte baja de la subcuenca hidrográfica del río Armería en Colima, México. Con lo anterior, se propuso la constitución de un comité que ayude a coordinar, realizar y examinar las acciones planteadas.

La tesis de Jaramillo (2011), tuvo como finalidad el planteamiento de la elaboración de cuentas ambientales del recurso hídrico para el tramo La Balsa hasta Yotoco y sus tributarios del río Cauca, tiene como base metódica la aplicación de un modelo denominado NAMEA (National Accounting Matrix Including Environmental Accounts) el cual permitió integrar en una matriz, los flujos físicos y financieros que influyen sobre las cuencas hidrográficas que son materia de investigación, y de acuerdo a ello se determinó el nivel de eficacia en la destinación de recursos públicos y privados para la preservación del agua, adquiriendo un mecanismo de información ambiental relevante y hasta ahora desconocido que ayudó a detectar los impactos y el nivel de efectividad en la gestión pública ambiental acorde a las intervenciones antrópicas de las zonas más pobladas del municipio de Santiago de Cali.

El estudio realizado por Amézquita, *et. al.* (2014) valoró los riesgos en el Sistema de Distribución de Agua potable (SDA) de la ciudad de Cali (Colombia) suministrado por el río Cauca, detectando las situaciones peligrosas y después llevando a cabo el cálculo de dichos riesgos empleando una matriz semi cuantitativa adaptada. Inicialmente, el cálculo del riesgo se realizó sin tener en cuenta las medidas de control existentes del SDA y posteriormente se reestimó involucrando el nivel de eficacia de las mismas. Los resultados evidenciaron que las situaciones con mayor nivel de riesgo relacionados al deterioro de la integridad física e hidráulica del SDA (daños en tuberías, variaciones de presión, falta de información sistematizada en cuanto al SDA, errores humanos, ausencia de capacitación, supervisión, conciencia del concepto aseguramiento del agua, deterioro interno y externo de componentes del SDA). La valoración del riesgo fue una herramienta de gestión para la empresa prestadora del servicio que prioriza los recursos humanos y financieros hacia la mejora los mecanismos de control como estrategia para disminuir los riesgos y garantizar la calidad del agua potable en el SDA.

Botero, *et. al.* (2017), planteó una investigación cuya premisa fue sobre las alternativas más factibles para optimizar el servicio de acueducto en el municipio de Anapoima, dentro de las cuales se destacó el Proyecto de venta de agua en bloque por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB y el Proyecto Embalse Calandaima; la definición del sistema más eficiente se lleva a cabo a partir del diagnóstico del estado actual de redes en el suministro de agua potable, para identificar las necesidades de la demanda que requiere este municipio, y luego la evaluación técnica y económica de los proyectos ya nombrados. Desde el análisis de la información se estableció que la alternativa más viable desde el punto de vista económico, técnico, ambiental y social es el Proyecto que propone la EAAB, teniendo en cuenta que este tiene la capacidad de suministrar la totalidad de la demanda requerida, de modo permanente, sin altos costos a los usuarios del sistema, lo permite el desarrollo de la región.

En el estudio de Díaz y Alarcón (2018) realizado en el municipio de Nuchía – Casanare, se realizó el balance hídrico de la cuenca de la Quebrada Niscota, para establecer su utilización potencial como fuente suministradora de agua para un acueducto que favorezca seis veredas de la parte baja del municipio, esto con el objetivo de evaluar la oferta hídrica. Para tal fin los autores recurrieron a la información de censos poblacionales, datos meteorológicos oficiales, imágenes satelitales y cartografía de la cuenca. Una vez recopilados los datos procedieron a su análisis correspondiente, para ello emplearon instrumentos de sistemas de información geográfica SIG para identificar los diversos parámetros morfológicos de la cuenca, para establecer los caudales mínimos y máximos que se requieren para el área de interés que respecta a la captación. Luego de dicho análisis llevaron a cabo el balance hídrico relacionando las condiciones somáticas y climatológicas de la cuenca, y con el que identificaron la oferta hídrica y confrontaron la demanda hídrica necesaria para suministrar a la población favorecida durante todo el año.

El trabajo de maestría de Flórez (2019), realizado en Bucaramanga identificó las limitaciones para suministrar agua de las fuentes hídricas existentes en la zona del Cañón del Chicamocha en el municipio de Los Santos, Santander, para abastecer de modo constante a la población. Lo anterior se debe a las formas de la superficie terrestre que han ocasionado un déficit en la cobertura del servicio de acueducto, por lo cual se requirió del desarrollo de cuatro etapas, con la finalidad de aminorar esta situación; inicialmente se llevó a cabo la caracterización de los aspectos ambientales del municipio. Posteriormente se detalló las condiciones actuales de la infraestructura en la red de distribución local de agua potable, seguidamente se efectuó la evaluación del impacto generado por las razones antrópicas en cuanto al déficit hídrico en la zona y por último, se planteó una propuesta de política pública para el mejoramiento de la cobertura y suministro del servicio público de agua potable. Se concluyó con la identificación de dos factores antrópicos primordiales que generan déficit de recurso hídrico en el municipio, uno de ellos, es la ejecución de actividades agropecuarias, particularmente vinculadas con la avicultura y la ganadería, dichas actividades requieren de grandes cantidades de agua. Por otro lado, se determinó que el aumento desmedido de parcelaciones, ha conllevado a una demanda de recurso hídrico, la cual en gran parte es empleada con fines de recreación y turismo.

Por las consideraciones anteriores, se corroboran los artículos de Jaramillo (2011) y Amézquita (2014), con respecto al análisis de la prevención de daños en la infraestructura de los acueductos y consecuencias al afectar la calidad del agua potable de las cuencas de los ríos en Cali y Valle del Cauca, por razones teóricas, empíricas y prácticas. Y, por ello, la validez de este proyecto de grado porque brinda elementos claros, concisos y aplicables en la medida en que pueda permearse y facilitar el cambio de paradigmas acorde con las nuevas significaciones y exigencias del actual Sistema de Distribución de Agua Potable. De ahí que se

tome como recurso el análisis documental, debido a que suministra los instrumentos que se requieren para comprender de modo crítico y metódico los aportes de diversos documentos escritos, de manera que puedan ser útiles para los fines de la investigación.

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Descripción general de las cuencas

La cuenca representa la unidad territorial más importante donde el agua, que proviene del ciclo hidrológico, es absorbida, almacenada, y disponible como oferta de agua. En repetidas ocasiones las cuencas hidrográficas cuentan no solo con integridad edafo-biógena e hidro-climática sino que, en suma, muestran identidad cultural y socioeconómica, debido a la misma historia del aprovechamiento de los recursos naturales. (Ordoñez, 2011)

En el entorno de una cuenca se genera una estrecha interdependencia entre los sistemas bio-físicos y el sistema socio-económico, constituido por los habitantes de las cuencas, lo cual produce el requerimiento de implantar métodos de gobernabilidad. Por tal motivo, la cuenca hidrográfica puede ser una unidad apropiada para la gestión ambiental, toda vez que se consiga compatibilizar los intereses de los habitantes de sus distintas áreas funcionales y las actividades productivas de las mismas. (Gaspari, *et. al.*, 2013)

3.2.2 Funciones de las Cuencas

Según Ordoñez (2011), los procesos de los ecosistemas que representan el intercambio de materia y flujo de energía mediante la implicación de los componentes estructurales del ecosistema pueden ser considerados como un sistema. Las cuencas están conformadas por los elementos hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, cuyas operaciones se establecen seguidamente:

- **“Función Hidrológica.** Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para crear el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos, almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración y descarga del agua como escurrimiento” (Ordoñez, 2011, p. 33).

- **Función Ecológica.** Suministra diversidad de zonas y rutas en el período de la cual se desarrollan interacciones entre las particularidades de calidad física y química del recurso hídrico, y aprovisiona de hábitat para la flora y fauna que representan los componentes biológicos del ecosistema y también tienen interacciones entre las particularidades físicas y biológicas del recurso hídrico. (Ordoñez, 2011)

- **Función Ambiental.** Representan sumideros de CO₂, alberga bancos de germoplasma, controla la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos, preserva la biodiversidad y conserva la integridad y la diversidad de los suelos. (Ordoñez, 2011)

- **Función Socioeconómica.** Provee recursos naturales para llevar a cabo actividades productivas para el desarrollo sostenible de la población y proporciona un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad. (Ordoñez, 2011)

3.2.3 Servicios Ambientales.

“Del flujo hidrológico: usos directos (agricultura, industria, agua potable, etc.), dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota” (Ordoñez, 2011, p. 34).

“De los ciclos bioquímicos: almacenamiento y liberación de sedimentos, almacenaje y reciclaje de nutrientes, almacenamiento y reciclaje de materia orgánica, detoxificación y absorción de contaminantes” (Ordoñez, 2011, p. 34).

“De la Producción biológica: creación y mantenimiento de hábitat, mantenimiento de la vida silvestre, fertilización y formación de suelos” (Ordoñez, 2011, p. 34).

“De la descomposición: procesamiento de la materia orgánica, procesamiento de desechos humanos” (Ordoñez, 2011, p. 34).

3.2.3.1 Manejo Integrado de Cuencas

Es un proceso interactivo de decisiones sobre los usos y las modificaciones a los recursos naturales dentro de una cuenca. Este proceso provee la oportunidad de hacer un balance entre los diferentes usos que se le pueden dar a los recursos naturales y los impactos que éstos tienen en el largo plazo para la sustentabilidad

de los recursos. Implica la formulación y desarrollo de actividades que involucran a los recursos naturales y humanos de la cuenca. De ahí que en este proceso se requiera la aplicación de las ciencias sociales y naturales. Así mismo, conlleva la participación de la población en los procesos de planificación, concertación y toma de decisiones. Por lo tanto el concepto integral implica el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación. El fin de los planes de manejo integral es el conducir al desarrollo de la cuenca a partir de un uso sustentable de los recursos naturales. (Rodgers y Casallas, 2000)

3.2.4 El plan de emergencia y contingencias.

Es la primordial herramienta que establece los sistemas de organización y los procedimientos generales que se aplican para confrontar de modo oportuno y eficiente los casos de emergencia, en sus múltiples fases. De la misma forma, es la respuesta integral que implica a toda la organización con la participación de directivos y funcionarios en constante acción para repeler mediante las actividades respectivas al antes, durante y después de una situación de emergencia. (Pamplona y Peña, 2016)

3.3 MARCO LEGAL

La Constitución Política de 1991, establece el deber del Estado con respecto a los habitantes del territorio, estipulados en la siguiente normatividad (Tabla 1):

Tabla 1.
Marco legal

Artículo 365	El Estado es responsable de garantizar la prestación eficiente de los servicios públicos a toda la población.
Artículo 366	El Estado se encargará de resolver los requerimientos no satisfechos de salud, educación, saneamiento ambiental y agua potable.
Artículo 367	El municipio como ente administrativo será el directamente encargado de la prestación de los servicios públicos domiciliarios - SPD en lo concerniente a cobertura, calidad y financiación.
Artículo 369	Los usuarios podrán ser partícipes en la gestión y fiscalización de las empresas y organizaciones que presten SPD.

Tabla 1 (Continuación)

Decreto 1729 de 2002	Se establece con respecto a la intervención de cuencas, en donde la disminución del riesgo deberá articularse a los planes de ordenación de cuencas hidrográficas.
Decreto 1575 de 2007	Se determina el sistema para proteger y controlar la calidad del agua potable.
Resolución Reglamentaria 2115 de 2007	<p>- Se establecen particularidades, herramientas básicas y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano; surge la gestión del riesgo en la regulación de los procesos sanitarios de la calidad del agua.</p> <p>- Se determinan y definen herramientas básicas para asegurar la calidad del agua potable establecido en un índice de riesgo de la calidad del agua y un índice de riesgo por suministro de agua para consumo humano municipal.</p>
Artículo 42 de la Ley 1523 de 2012	Determina que las empresas dedicadas a la prestación de SPD, deberán llevar a cabo un análisis específico de riesgo que contemple el posible impacto de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que surjan de los daños de la misma en su zona de influencia, de la misma forma los que surjan de su operación. Al mismo tiempo, indica que de acuerdo a dicho análisis se deben diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su imperativo desarrollo.

Nota. De esta forma, se reconoce a grosso modo el marco normativo que regula el sector de agua potable y saneamiento básico concerniente a la disminución del riesgo en cuanto a la calidad del agua potable y daños en la infraestructura expuesta del acueducto, como aspecto definitivo en la salud pública a nivel regional y municipal.

4. METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

La presente investigación se fundamenta en un enfoque mixto debido a que se utilizan instrumentos tanto cualitativos como cuantitativos, en una definición más amplia según Hernández, *et. al.*, (citados por Pereira, 2011) con este método se lleva a cabo una exposición narrativa, numérica y/o gráfica, minuciosa y profunda de la realidad que se investiga. Desde esta óptica, se hace énfasis en los datos recopilados que evidencian las condiciones actuales de la infraestructura del acueducto y el deterioro de las cuencas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili en la vereda paraje “La Luisa” del municipio de Santiago de Cali. Así pues, la información que se recaba se realiza mediante las siguientes estrategias puntuales de investigación en lo atinente a la recolección de información:

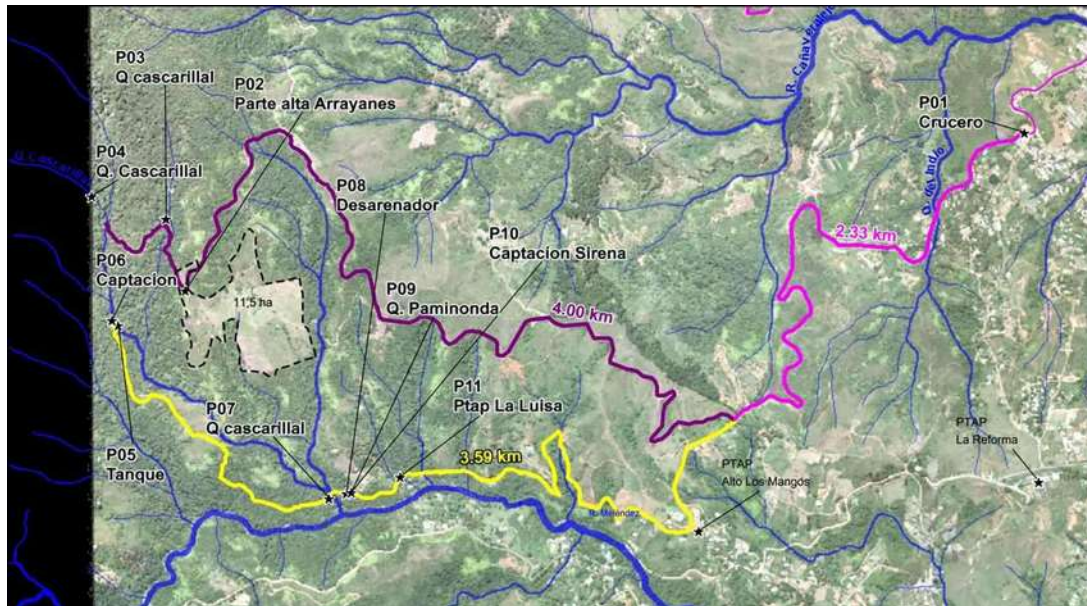
4.2 ZONA DE ESTUDIO

La empresa de Acueducto y Alcantarillado del Paraje La Luisa, tiene a cargo la operación y mantenimiento del servicio de acueducto con NIT 805010550-2, se encuentra ubicada geográficamente en el Corregimiento La Buitrera, Municipio Santiago de Cali (Figura 1), con 220 usuarios. El sistema de acueducto funciona por gravedad y consta de los siguientes componentes: captación, aducción, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua, cuenta con concesión de agua del Río Meléndez, Resolución 0710 de 0711-0000257 de 2011 con fecha de otorgamiento del 03 de mayo de 2011 con fecha de vencimiento 2021, para un caudal total de 1,58 litros/segundos. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P., 2019).

Es una empresa de servicios públicos, la cual tiene como estructura organizativa La Asamblea General De Suscriptores como la máxima instancia y la Junta Administradora del Acueducto (JAA) el órgano encargado de representar y administrar el servicio, la cual distribuye los siguientes cargos dentro de su organización interna: presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, dos vocales.

Figura 1.

Ubicación cuenca abastecedora zona de las Quebradas de las bocatomas



Nota. Adaptada de Asociación Administradora del Acueducto Alto los Mangos (2018). [Mapa]. Recuperado el 29 de noviembre de 2020, desde <https://colombiapymes.com/ficha/asociacion-administradora-acueducto-alto-mangos-204537>

4.3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS, BIOLÓGICO-ECOLÓGICOS, AMBIENTALES, BIOCULTURALES

4.3.1 Aspectos socioeconómicos

La ineficaz aplicación de la normativa del Plan de Ordenamiento Territorial de la zona rural, la ausente presencia institucional, el escaso control que lleva a cabo la autoridad con respecto a las construcciones y venta de predios y la falta de claridad en cuanto a los sectores que hacen parte de la vereda paraje La Luisa (límites), ha conllevado a un incremento desmedido de la densificación de viviendas, mal uso del suelo y menoscabo del ambiente y del bienestar poblacional.

La falta de apoyo de la administración municipal a los programas socioeconómicos ha ocasionado una endeble organización comunitaria entorno a estos programas. No obstante, las escasas probabilidades de acceso a los créditos (capital semilla) debido al gran volumen de requerimientos que se deben presentar, y los pocos recursos, ha imposibilitado la ejecución de programas institucionales socio-

empresariales para las distintas comunidades como lo son los artesanos, personas en condiciones de discapacidad, adulto mayor, jóvenes, mujeres cabeza de familia, desplazados, indígenas, afrodescendientes, entre otros. Esta problemática ha producido en la vereda, un aumento del desempleo, de pobreza y de violencia intrafamiliar, conduciendo a un menoscabo de la calidad de vida a la población.

4.3.2 Aspectos ambientales

El abastecimiento de agua para el acueducto de la vereda paraje La Luisa corresponde a las Cuencas Lili, Meléndez y Cañaveralejo, es la más grande y la que más representa presión en el territorio.

4.4 ACTIVIDADES, MÉTODOS, TÉCNICAS

4.4.1 Metodología objetivo específico 1

Esta fase se orientó a abordar información relevante, dirigida a desarrollar el componente de conocimiento del riesgo de la bocatoma. Para efectos de este análisis, se asumió la amenaza como la presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano, en sus lineamientos físicos, químicos o microbiológicos, que podrían afectar la salud humana e incluso producir desabastecimiento a la comunidad y que son generados por fenómenos naturales, socio- naturales, actividad humana. También en la vulnerabilidad se identificó los componentes del sistema susceptibles de daño o interrupción. El riesgo fue interpretado como la coincidencia en el tiempo y espacio de la amenaza (A) y la vulnerabilidad (V), es decir el riesgo se expresa en función de ambas variables $F(R) = A \cdot V$: El riesgo consiste en la posibilidad de que la calidad del agua para consumo humano sea alterada por un contaminante.

Con base en lo anterior, la amenaza está representada en la alteración de los aspectos físicos, químicos y microbiológicos del agua, en tanto que la vulnerabilidad se vincula con la limitación para detectar el contaminante y eliminarlo en el tratamiento del agua potable. Finalmente, el análisis del riesgo enfocado a la alteración de la calidad del agua para consumo humano y los posibles efectos en el suministro, se basan en dos tipos de componentes amenazantes (Resolución 549 de 2017):

- “Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano originado por fenómenos naturales y socionaturales” (Ministerio

de Salud y Protección Social Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017, p. 10).

- “Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano originadas en la actividad humana (agrícola, pecuario, minería, industria, prestación del servicio de alcantarillado)” (Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017, p. 12).

○ **Criterios para la estimación de la probabilidad o amenaza del sistema de acueducto.**

Posible: nunca ha sucedido **Color Verde.**

Probable: ya ha ocurrido **Color Amarillo.**

Inminente: evidente, detectable **Color Rojo.**

- **Criterios para valorar la vulnerabilidad del sistema de acueducto.**

Se explica por medio de factores que permiten determinar los efectos negativos o gravedad que genera los eventos que se llegaran a presentar sobre un escenario. Los factores de vulnerabilidad son (Tabla 2):

Tabla 2.

Factores de vulnerabilidad

Factor 1	Víctimas: persona o grupo de personas las cuales sufren un daño o perjuicio por culpa ajena o por causa fortuita.
Factor 2	Daño ambiental: Aquel daño que infringe los principios de autorregulación y auto perpetuación de los medios y los ecosistemas.
Factor 3	Pérdidas materiales: Activos (Equipos, productos, costos de las operaciones de control, multas, indemnizaciones).
Factor 4	Capacidad institucional: Se explica por medio de los siguientes subfactores:
Subfactor 1.	Capacidad para identificar las sustancias que afectan la calidad el agua (laboratorios y puntos de muestreo).

Tabla 2 (Continuación)

Factor 1	Víctimas: persona o grupo de personas las cuales sufren un daño o perjuicio por culpa ajena o por causa fortuita.
Factor 2	Daño ambiental: Aquel daño que infringe los principios de autorregulación y auto perpetuación de los medios y los ecosistemas.
Factor 3	Pérdidas materiales: Activos (Equipos, productos, costos de las operaciones de control, multas, indemnizaciones).
Factor 4	Capacidad institucional: Se explica por medio de los siguientes subfactores:
Subfactor 1.	Capacidad para identificar las sustancias que afectan la calidad el agua (laboratorios y puntos de muestreo).
Subfactor 2	Capacidad instalada para tratar los contaminantes que transporta el agua.
Subfactor 3	Capacidad financiera para tratar los contaminantes que deterioran la calidad el agua.
Subfactor 4	Disponibilidad de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes.
Subfactor 5	Capacidad humana y técnica para identificar, tratar y remover las sustancias que alteran la capacidad del agua.

Nota. El nivel de vulnerabilidad de un plan de emergencia y contingencia en un evento adverso dependen de factores humanos, económicos, sociales y políticos.

▪ **Criterios para la estimación de la probabilidad, factores de vulnerabilidad y cálculo de la aceptabilidad del riesgo.**

Para efectos de esta metodología se establece la siguiente tabla de frecuencias, en donde se calcula el número de casos/año para cada evento posible (Tabla 3):

Tabla 3.
Frecuencias

FEECUENCIA	DEFICNICIÓN	CASO/AÑO	VALOR
Improbabilidad	Poco probable que ocurra; se presume ocurra menos de una vez en 50 años.	Menos de 0.02	1
Remoto	Baja probabilidad de ocurrencia; ha sucedido o se presume suceda una vez entre los 20 y 50 años.	Entre 0.02 y 0.05	2

Tabla 3 (Continuación)

Ocasional	Limitada probabilidad de ocurrencia; sucede en forma esporádica, una vez entre los 5 y los 20 años.	3
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia; algunas veces, una vez entre 1 y los 5 años.	4
Frecuente	Representativa probabilidad de ocurrencia; modo reiterado, entre 1 vez y 10 veces al año.	5
Constante	Alta probabilidad de ocurrencia; modo seguido, más de 10 veces al año.	6

Nota. Tomada de: "Metodologías de análisis de riesgo documento soporte guía para elaborar planes de emergencia y contingencias". Por Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE (2020). <http://www.ridsso.com/documentos/muro/fe6dd4f800e4ed2467827680f51e2ae8.pdf>

Nota. Tomada de: "Metodologías de análisis de riesgo documento soporte guía para elaborar planes de emergencia y contingencias". Por Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE (2020). <http://www.ridsso.com/documentos/muro/fe6dd4f800e4ed2467827680f51e2ae8.pdf>

4.4.2 Metodología objetivo específico 2.

Se llevó a cabo un análisis de contenido de los documentos de la planificación técnica en el periodo evaluado 2017 – 2018, de la Asociación Administradora del Acueducto Alto los Mangos (2018) (bocatoma principal que suministra el agua de los cauces al acueducto La Luisa).

Aquí se realiza un comparativo de escenarios teniendo en cuenta las variables: calidad del agua para consumo humano y manejo eficiente de las cuencas hídricas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili.

4.4.3 Metodología objetivo específico 3.

Se llevó a cabo un análisis de contenido de los informes inter sectoriales realizado por los encargados de la eficiencia en la prestación del servicio de acueducto;

Revisión del informe de Evaluación del factor de capacidad institucional realizado por los responsables de la planeación del sistema de acueducto de la CVC; y análisis del documento guía para elaborar planes de emergencia y contingencias del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE.

En esta fase, se hizo un registro sistemático de las variables: Estratificación, Planeación estratégica, Estructura o mapa de actores y Actividades-sistemas de evaluación y seguimiento. Se construyó una matriz DOFA como una técnica de evaluación subjetiva de datos organizados que servirá en la toma de decisiones para atender la emergencia, y en donde se abordan factores de origen interno (atributos de la empresa de acueducto) y factores de origen externo (atributos del ambiente). A manera de resumen final, se presenta en la Tabla 4, el método de revisión aplicado de la disponibilidad de la base de datos y su actualización de tratamiento de los recursos hídricos para el consumo humano y los informes del operador sobre las acciones adelantadas, con el fin de verificarlas.

Tabla 4.
Métodos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS UTILIZADOS	VERIFICADOS DE INSTRUMENTOS	PROCESAMIENTO DE DATOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS
1 Diagnosticar las condiciones actuales de la infraestructura del acueducto de la vereda paraje La Luisa y las condiciones de los cauces naturales de las subcuencas Lili, Meléndez y Cañaveralejo que surten de agua al acueducto.	Planes de servicio de acueducto y manejo de cuencas hídricas.	Análisis de contenido.	de - Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca – CVC (2017). - Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P. (2020)	Se realiza la caracterización de la situación de la bocatoma y de las cuencas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili y de los riesgos del sistema de acueducto de la vereda La Luisa.

Tabla 4 (Continuación)

2. Comparar mediante indicadores los escenarios sobre los impactos ambientales que están causando los problemas de deterioro generados en las cuencas abastecedoras de agua de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili.	Copia de la planificación técnica en el periodo evaluado 2017 – 2018.	Análisis de contenido.	de Asociación Administradora del Acueducto Alto los Mangos (2018).	Este se lleva a cabo teniendo en cuenta las variables: - Calidad del agua para consumo humano. - Manejo eficiente de las cuencas hídricas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili.
3. Formular un plan de emergencia y contingencia para prevenir daños en la infraestructura del acueducto y el deterioro de las cuencas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili que suministran el agua potable.	- Informes de inter sectoriales. - Informe de Evaluación del factor de capacidad institucional - Documento soporte guía para elaborar planes de emergencia y contingencias	Análisis de contenido.	- Responsables de la eficiencia en la prestación del servicio de acueducto - Responsable de la planeación del sistema de acueducto de la CVC. - Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE	Registro sistemático de algunas variables: Estratificación, Planeación estratégica, Estructura o mapa de actores y Actividades-sistemas de evaluación y seguimiento DOFA.

Nota. El método aplicado tiene como finalidad responder de modo integral y oportuno, eficiente y eficaz, frente a situaciones de calamidad, desastre o emergencia que sufran las instalaciones del acueducto La Luisa y zona de influencia.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

De acuerdo con la cartografía encontrada en el transcurso de la investigación, se llevó a cabo un diagnóstico multitemporal de coberturas, estableciendo que la superficie de la vereda paraje La Luisa está dominada por: asentamientos humanos, pastos limpios, que representan el paisaje, relacionados con arbolados y suelos desnudos; coberturas vegetales naturales y seminaturales, que obedecen primordialmente a las áreas protegidas (bosque nativo y vegetación arbustiva). El objetivo fundamental es recoger la información de acuerdo a los siguientes parámetros: Infraestructura del acueducto y Deterioro de las cuencas, en cada caso se presenta la problemática identificada, así como el impacto ambiental causado o que se puede causar por las situaciones encontradas, para luego plantear soluciones integrales para disminuir dicho impacto a través de un plan de emergencia y contingencia.

5.1 DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA PARAJE LA LUISA Y DE LOS CAUCES NATURALES DE LO SUBCUENCAS LILI, MELÉNDEZ Y CAÑAVERALEJO

5.1.1 Condiciones de la infraestructura actual del acueducto.

La bocatoma que suministra el agua potable para la vereda paraje La Luisa se encuentra ubicada en el corregimiento Villacarmelo sobre la Subcuenca Río Meléndez (Figura 2).

La captación de agua se encuentra en buen estado, no presenta problemas permanentes, en temporada de lluvias aumentan lodos generando arrastre taponando la bocatoma, lo que deja como efecto el desplazamiento por lo menos tres veces al día para realizar limpieza (Tabla 5).

Figura 2.
Estado de la Bocatoma



Nota. Tomada de: “Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020)”. [Fotografía].

Tabla 5.
Características de la Bocatoma

Nombre de la Bocatoma	Tipo Bocatoma	de Edad años	en Diámetro en pulgadas	Estado	Concepción l/seg
Nacimiento la Lateral		2015	2"	Buen estado	
Luisa Cafetal	o				1,50

Tabla 5 (Continuación)

Quebrada Paminondas	Lateral	2013	2"	Buen estado 0,90
Río Meléndez	Lateral	2015	4"	Buen estado 1,58

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

El agua es conducida por gravedad a través de una línea de tubería de 3" en PVC en una longitud de 9 km hasta la PTAP. La JAA indicó que el 100% de las líneas de aducción se encuentran en buen estado.

El desarenador cuenta con una capacidad de 32,33 l/g y tiene 4 años edad, el estado de infraestructura es buen estado (Figura 3). La línea de conducción es de 3 km en tubería PVC de 3" con sus respectivas ventosas y purgas.

Figura 3.
Desarenador



Nota. Tomada de: "Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020)". [Fotografía].

El tratamiento de agua potable consiste en un sistema de filtración en Múltiples Etapas (FiME) con una capacidad instalada de 3,5 litros por segundo se opera las veinticuatro (24) horas al día con un caudal promedio de 3,2 litros por segundos y consta de los siguientes componentes, construida en el 2004 y se encuentra en **buen estado** (Figura 4).

Figura 4.
Planta de Tratamiento de agua potable



Nota. Tomada de: “Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020)”. [Fotografía].

Cámara de entrada: Es una estructura en concreto que mide 1,60m de largo y 1,25m de ancho, con una profundidad de 0,80m, cuenta con un tabique más bajo y unos tapones que permite desviar el agua cuando se presentan altos picos de turbiedad.

Dos Filtros Dinámicos Descendentes: Se encargan de eliminar el 80% de los sólidos que arrastra el agua. Es una estructura en concreto que mide 8,50m de largo y de ancho 2,85m con una profundidad de 0,80m. Su lecho filtrante contiene 3 capas de

grava de diferentes granulometrías, y en el fondo una tubería de PVC perforada estilo flauta e instalado estilo peine que permite el paso del agua a la siguiente unidad (Figura 5).

Figura 5.

Filtros dinámicos descendentes



Nota. Tomada de: “Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020)”. [Fotografía].

El sistema de acueducto cuenta con (222) conexiones domiciliarias de media pulgada. El 100% de los suscriptores tienen micro medidores, el 100% se encuentran en buen estado el resto están en proceso de seguimiento por no presentar lectura. Las condiciones del cronograma de mantenimiento son las siguientes (Tabla 6):

Tabla 6.
Cronograma de mantenimiento

Componente	Frecuencia Verano	Frecuencia Invierno	Responsable
Captación	Cada tres días	Diario	Operador Planta – r Redes
Línea de Aducción Ventosas- Purgas	Una al mes	Tres al mes	Operador Planta – r Redes
Caja de Recolección	Una al mes	Cuatro al mes	Operador Planta – r Redes
Línea de Conducción Ventosas- Purgas	Una al mes	Tres al mes	Operador Planta – r Redes
Cámara de Entrada	Una al mes	Cuatro al mes	Operador Planta – r Redes
Filtros Dinámicos Descendentes <u>F.Di.D.</u> - Mantenimiento	Diario	Diario	Operador Planta – r Redes
Filtros Dinámicos Descendentes – Separación de Gravas	Cada tres meses	Una al mes	Operador Planta – r Redes
Lavado de canaletas	Diario	Diario	Operador Planta – r Redes
Toma de Caudal	Diario	Diario	Operador Planta – r Redes
Choques <u>F.Di.D.</u>	Diario	Diario	Operador Planta – r Redes
Filtro Gruesos Ascendentes mantenimiento	Una semanal –	Dos semanal	Operador Planta – r Redes
Filtros Dinámicos Ascendentes – Separación de Gravas	Semestral	Trimestral	Operador Planta – r Redes
Lavado de canaletas	Diario	Diario	Operador Planta – r Redes
Choques F.G.A.	Diario	Diario	Operador Planta – r

Tabla 6 (Continuación)

Retirar Flotante	Material	Diario	Diario	Operado Planta r Redes	–
Filtros Descendentes – mantenimiento	Lentos	Diario	Diario	Operado Planta r Redes	–
Filtros Descendentes Raspado	Lentos –	Trimestral	Cada dos meses	Operado Planta r Redes	–
Filtros Descendentes arenar	Lentos –	Cada que llegue a Relos 60 cm de altura	Cada que llegue a los 60 cm de altura	Operado Planta r Redes	–
Retirar Flotante	Material	Diario	Diario	Operado Planta r Redes	–
Lavado de arena		Cada que se raspa el Filtro Lento	Cada que se raspa el Filtro Lento	Operado Planta r Redes	–
Componente		Frecuencia Verano	Frecuencia Invierno	Responsable	
Desinfección		Diario	Diario	Operado Planta r Redes	–
Tanques de Almacenamiento – Lavado		Cada 4 meses	Cada 4 meses	Operador fontaneros	y
Red Distribución Manómetros	–	Diario	Diario	Operado Planta r Redes	–
Monitoreo de Calidad de Agua (Cloro – PH)	de la	Diario	Diario	Operado Planta r Redes	–
Monitoreo de Calidad de Agua (Fisicoquímico bacteriológico)	de la y	Mensual	Mensual	Operado Planta r Redes	–
Reparaciones		De inmediato	De inmediato	Operado Planta r Redes	–

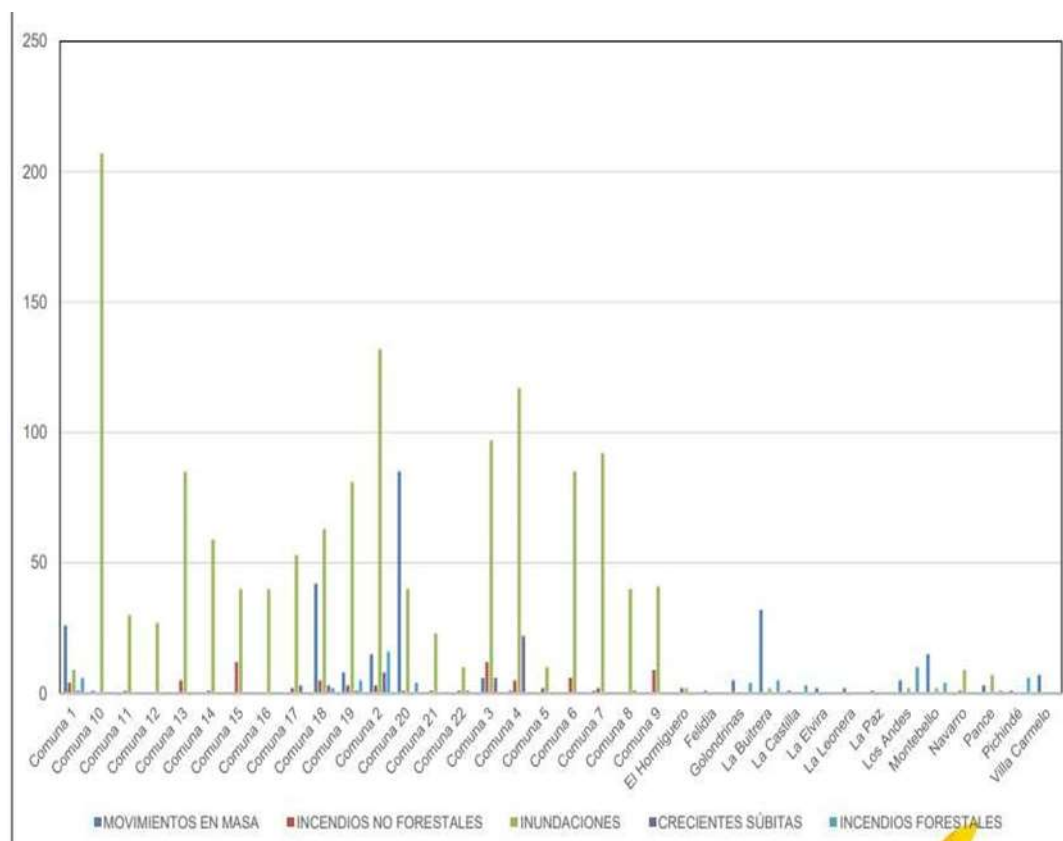
Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

5.1.2 Condiciones actuales de los cauces naturales de lo subcuencas Lili, Meléndez y Cañaveralejo.

El informe de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017), indica que la Cuenca que suministra el agua en la vereda paraje La Luisa, se encuentra en un nivel de afectación Bajo por las constantes inundaciones primordialmente, seguido de movimientos masivos, incendios forestales y crecientes súbitas. En la Figura 6, se observa que en el corregimiento Villa Carmelo, sitio de ubicación de la Bocatomas, presentó eventos por remoción en masa e incendios. Además, en el corregimiento la Buitrera, presentó registró movimientos en masa e incendios primordialmente. Estos datos se presentan por debajo de 50 eventos.

Figura 6.

Cantidad de eventos por comuna o corregimiento en toda la Cuenca Lili, Meléndez y Cañaveralejo (Remoción en masa)



Nota. Alerta por remoción en masa e incendios forestales. Tomado de: “Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017, p. 13).

- **Remoción en masa.** En la Figura 7, se observa que el corregimiento la Buitrera, reportó 30 eventos de movimientos en masa entre 1955 y 2013. El corregimiento Villa Carmelo presentó menos de 10 eventos de movimientos en masa.

Figura 7.

Cantidad de eventos en Remoción en masa por comuna o corregimiento en toda la Cuenca Lili, Meléndez y Cañaveralejo



Nota. Comparativo de eventos movimientos en masa, período 1955 y 2013. Tomado de: “Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017, p. 15).

- **Incendios Forestales.** Particularmente en el corregimiento Villa Carmelo donde está ubicada la Bocatoma, se observa en la Figura 8 que no se han presentado eventos por incendios forestales. De la Figura 9 de amenazas por incendios forestales se puede deducir que la zona presenta una amenaza medio a bajo, ya en el corregimiento la Buitrera donde está ubicada los demás componentes del sistema de acueducto presenta una amenaza de media.

Figura 8.

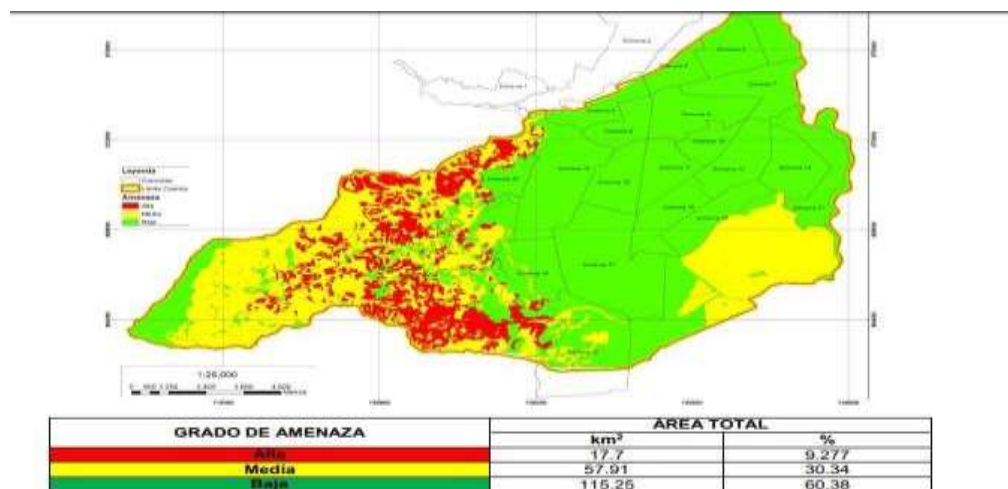
Cantidad de eventos por comuna o corregimiento en toda la Cuenca Lili, Meléndez y Cañaveralejo (Incendios Forestales)



Nota. No incidencia de eventos por incendios forestales en la zona de influencia. Tomado de: “Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017).

Figura 9.

Amenaza por incendios forestales

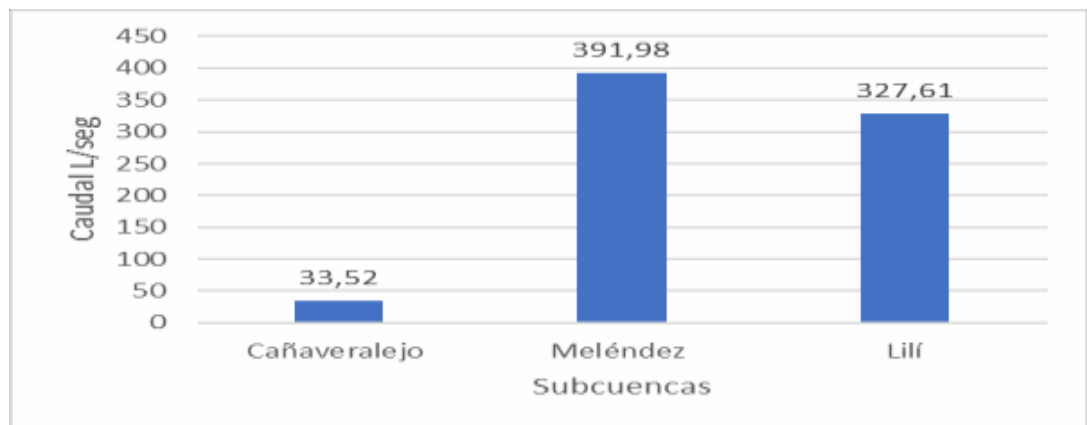


Nota. Nivel medio bajo de incidencia de eventos incendios forestales. Tomado de: “Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017).

▪ **Concesiones de agua y Plan der Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV.** Según el informe POMCA (2019), el Río Lili tiene un área de 27,5 Km², el río Meléndez 47,2 Km² y el Cañaveralejo 26,4 Km². Sobre las concesiones adscritas a la CVC se puede concluir que el 97,89% de las concesiones totales del río Meléndez y el 87,7% en el río Cañaveralejo tienen como objetivo consumo humano y doméstico. De otro lado el río Lili el 97% de las concesiones solicitadas corresponde a riego y silvicultura, para un total de 46 usuarios de personas jurídicas y naturales (9) Lili; (11) Meléndez y (26) Cañaveralejo). (Figura 10)

Figura 10.

Caudales Concesionados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC



Nota. Concesiones con destino a tratamiento de agua potable de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo. Tomada de: “Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo, localizada en el departamento del Valle del Cauca en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Documento Plan” Por documento POMCA (2019). Recuperado el 20 de noviembre de 2020, desde https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-05/15.%20Resumen%20Ejecutivo.Mayo9_2019.3.pdf

De otro lado, el informe POMCA (2019) registra (2) concesiones más sobre el río Meléndez, adscritas a Parques Naturales y pertenecen a Acuabuitrera (12/seg) y el Acueducto el Cabuyo, sector la Fonda 1,5 l/seg. Respecto a los vertimientos concluye que se tienen adscritos a la CVC (3) permisos de vertimiento o PSMV mediante la resolución 0100 No. 0660-0924-2012 correspondiente al acueducto y alcantarillado la Buitrera Cali-Acuabuitrera, en la cual se conecta 562 usuarios y un caudal de 6,48 l/seg que vierten al río Lili y 128 usuarios y un caudal de 2,77 l/seg mediante resolución 0100 No. 0660-0924-2012 que vierten Pueblo Nuevo, Meléndez. La tercera resolución 0100 No. 0710-0805-2016, correspondiente al

Acueducto Asociación Administradora del Acueducto Alto de Los Mangos, con 242 usuarios, con un caudal de 3,5 l/seg que vierte a San Agustín, Cañaveralejo (Tabla 7).

Tabla 7.
PTAP en la zona

Usuarios	Suscriptores	Población atendida (habitantes)	Capacidad L/S	Fuentes abastecedoras
Acueducto y alcantarillado La Buitrera Cali - Acabuitrera	1	120	1,6	Río Lili, Quebradas Los Cauchos, La Frialdad y La Soledad
	1770	8850	20	
			10	Río Meléndez y la quebrada Carbonero
Empresas Municipales de Cali E.I.C.E. E.S.P.	31007	155035	566	Río Meléndez
Asociación de Suscriptores del Acueducto del barrio La Sirena	1113	5565	18,45	Río Meléndez, quebradas Epaminondas y Las Valencias
Asociación Administradora del Acueducto Alto Los Mangos	510	2550	3,53	Quebrada Cascarillal
Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado El Cabuyo Vereda La Fonda	131	655	4,6	Quebrada Santa Teresita
Empresa de Acueducto y Alcantarillado ESP del Paraje	218	1090	3,25	Río Meléndez, quebradas Epaminondas y Las Valencias

Tabla 7 (Continuación)

La Luisa – EMAA ESP				
Corporación Club Campestre de Cali	1	6400	5,76	Río Meléndez
Fundación Nuestra Señora de Chiquinquirá	1	376	0,599	Tributario Río Cañaveralejo

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Derivaciones sobre el Lili adscritas al DAGMA No.4 (129,16 l/seg) y No. 5 (98,39 l/seg), EM CALI por su parte mediante resolución 4133.0.21.1484 de 2016 con 55 usuarios que vierten al río Cañaveralejo, 17 al río Lili, 15 río Meléndez y 133 vertimientos en los canales afluentes a estos ríos; finalmente Aguas del Sur EPS cuenta con permiso de vertimiento (Tabla 8), PTAR el Caney con 3622 suscriptores río Meléndez con resolución 4133. 0. 21.715 de 2011. Otra PTAR está relacionada con el Colegio San Gabriel.

Tabla 8.

Vertimientos registrados CVC

Usuario	Usuarios	Fuente	Caudal (l/s)
Acueducto y	562	Lili	6,48
Alcantarillado la Buitrera Cali Acuabuitrera	128	Pueblo Nuevo, Meléndez	2,77
Asociación administradora del acueducto Alto de los mangos	242	San Agustín Cañaveralejo	3,5

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Según los datos recolectados se hallaron 8 captaciones no formales para el caso del río Lili y 11 en el río Cañaveralejo. Igualmente, los aforos realizados superan los caudales del agua en concesión (Tabla 9), en ciertos casos hasta más del 100%.

Tabla 9.

Concesiones registradas CVC

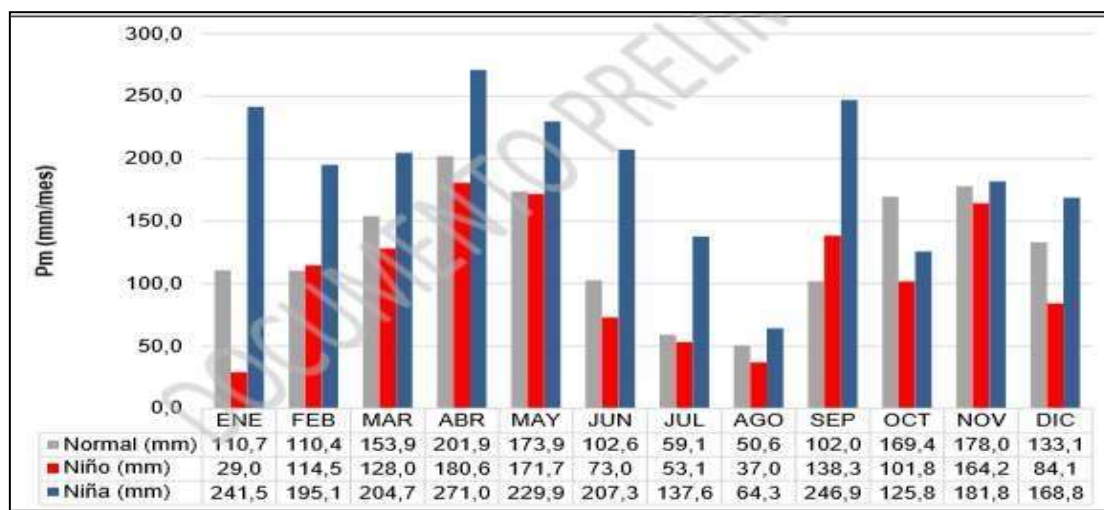
Subcuenca	Caudal (l/s) Natural	Caudal (l/s) Jurídico
Cañaveralejo	16,59	16,93
Melendez	6,73	385,25
Lili	0,61	277

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

▪ **Precipitación en ocurrencia del niño y de la niña.** En las subcuencas, la precipitación propende por aminorar en los periodos del fenómeno de El Niño. En este evento, los meses de extensa lluvia son de precipitación negativa. Para los periodos de La Niña, ocurrió un incremento de la precipitación en el transcurso de los meses siguientes (Figura 11).

Figura 11.

Precipitación en ocurrencia del niño y de la niña

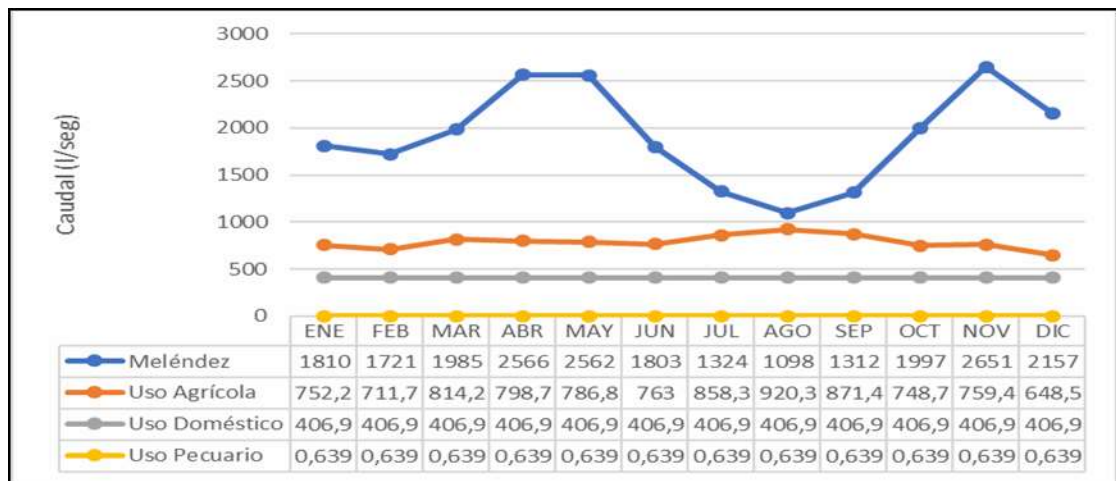


Nota. Alerta por precipitación negativa en los meses de extensa lluvia. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

- **Oferta y demanda del recurso hídrico aprovechable.** Se estableció que el río Meléndez muestra la presión más alta de las subcuencas en estudio (Figura 12). el uso de agua para la actividad agropecuaria despliega una gran presión también en las Cuencas Lili y Cañaveralejo (figuras 13 y 14), además que los controles, campañas de reducción del agua entre otras estrategias de conservación deben intensificarse en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Figura 12.

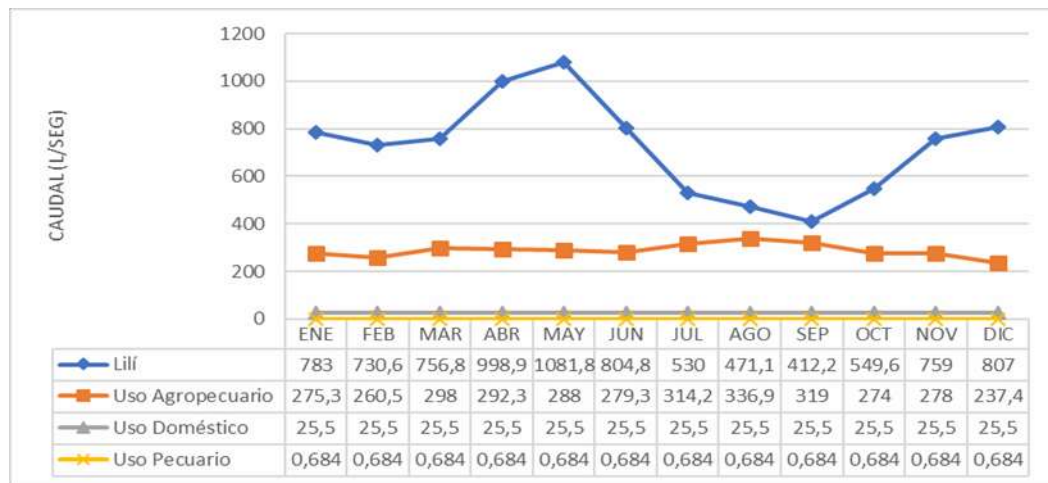
Oferta y demanda hídrica Subcuenca Río Meléndez



Nota. Variabilidad de los niveles de agua para el consumo agrícola, doméstico y pecuario. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Figura 13.

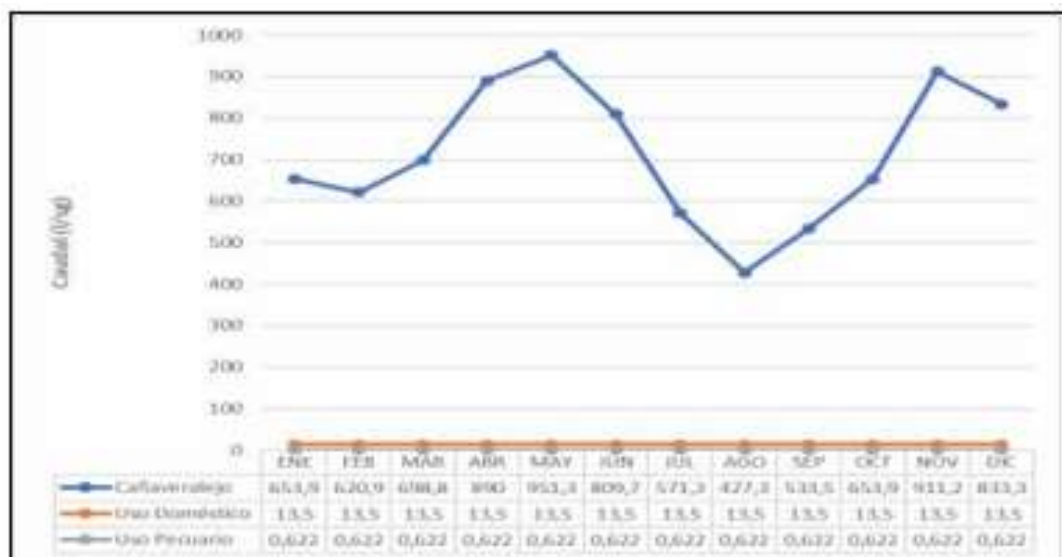
Oferta y demanda hídrica Subcuenca Río Lili



Nota. Por los niveles de agua de la subcuenca del río Lili es el más utilizado en el consumo para la actividad agrícola. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Figura 14.

Oferta y demanda hídrica subcuenca río Cañaveralejo



Nota. Al igual que el río Lili, el río Cañaveralejo por sus niveles de agua es más utilizado en el consumo para la actividad doméstica y pecuaria. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

- **Índice de Aridez (IA).** Respecto al índice de aridez muestra que se encuentra junio y septiembre presenta un IA moderado en Julio deficitario en Agosto Altamente deficitario (Tabla 10 y Figura 15).

Tabla 10.

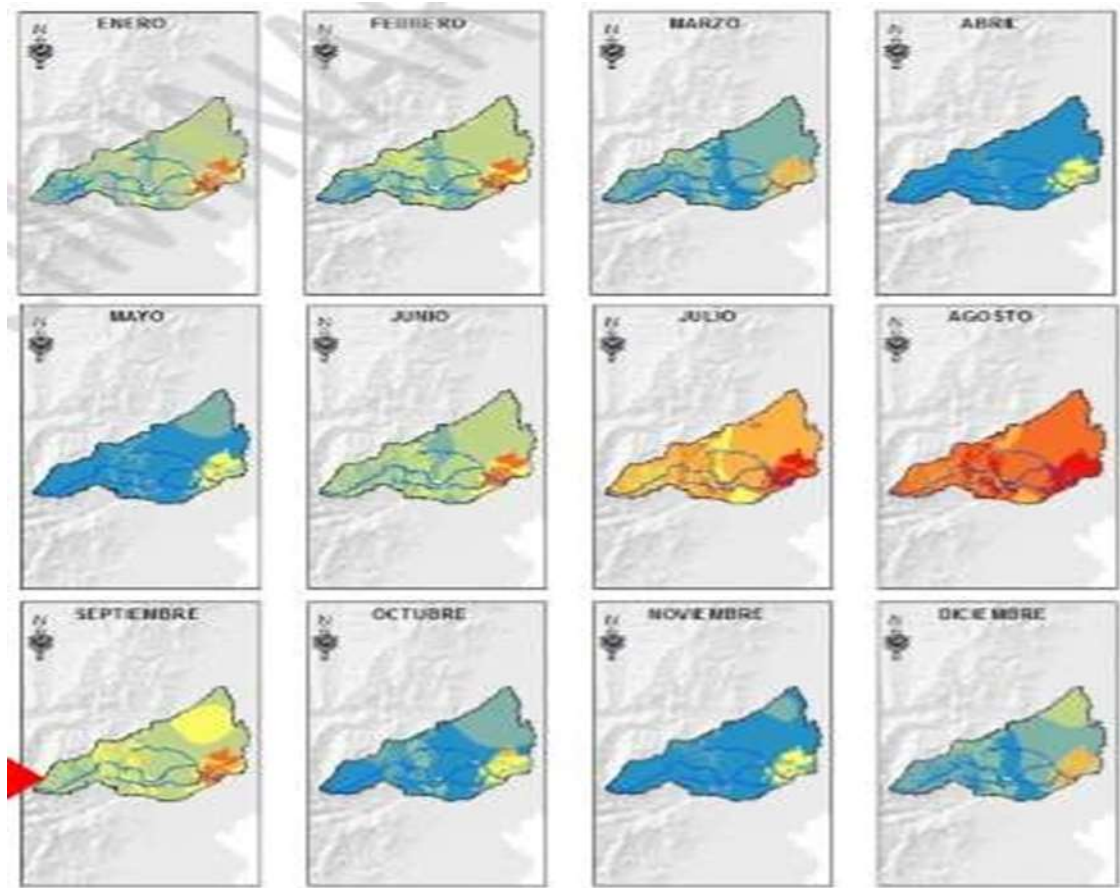
Valoración del Índice de Aridez

Índice de Aridez	IA	Calificación	Descripción
<0,15		Altos excedentes	Altos excedentes de agua
0,15-0,2		Excedentes	Excedentes de agua
0,2-0,3		Moderado excedentes	Moderado y excedentes de agua
0,3-0,4		Moderado	Moderado
0,4-0,5		Bajo	Moderado y deficitario de agua
0,5-0,6		Deficitario	Deficitario de agua
>0,60		Altamente deficitario	Altamente deficitario de agua

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Figura 15.

Índice de Aridez (IA)



Nota. Variabilidad en el índice aridez de acuerdo a los cambios climáticos de cada mes en el año. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

- **Riesgo por disminución de la Oferta.** En la Subcuenca del río Lili el riesgo a la disminución de oferta hídrica es Medio, en tanto que para el río Meléndez es Alto por la gran demanda del uso doméstico y agrícola; y para el río Cañaveralejo no hay riesgo (Tabla 11).

Tabla 11.*Riesgo por reducción de la oferta*

Subcuenca	Año medio		
	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Río Lili	Medio	Medio	Medio
Río Meléndez	Medio	Alto	Alto
Río Cañaveralejo	Bajo	Alto	Bajo

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

- **Riesgo de la calidad del agua para consumo humano.** El Anexo Técnico I de la Resolución 4716 de 2010 permite hacer una aproximación de las características previas de la calidad del agua en la fuente de suministro, con base en las actividades contaminantes de mayor relevancia en el año 2018 (Tabla 12).

Tabla 12.*Anexo Técnico I de la Resolución 4716 de 2010*

ACTIVIDAD CONTAMINANTE DE LA FUENTE ABASTECEDORA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS PREVIAS			
	FÍSICAS	QUÍMICAS	MICROBIOLÓGICAS	OBSERVACIONES
Turismo	Color			Riesgo latente de contaminación debido al aumento del turismo sin planificación
	aparente		Coliformes totales	
	Olor y		Escherichia coli	
	sabor		Mesófilos	
Asentamientos humanos/ residuales domésticas	Turbiedad			Riesgo latente de contaminación debido al eventual fallo de los sistemas sépticos y la probable liberación de aguas contaminadas hacia la fuente de suministro o cerca de las
	Color	Nitratos	Coliformes totales	
	aparente			
	Olor y			
	sabor	Fosfatos	Escherichia coli	
		Grasas y aceites	Mesófilos	
	Turbiedad			

Tabla 12 (Continuación)

		líneas de aducción, conducción y distribución
Color		Riesgo latente de contaminación, dado que se presenta con frecuencia en la Bocatoma
Avenidas torrenciales	Nitratos	
Olor y		
sabor	Fosfatos	
Turbiedad		

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

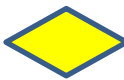



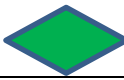



5.2 INDICADORES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

El trabajo va direccionado a evaluar los riesgos de las subcuencas de los ríos Cañaveralejo, Meléndez y Lili a lo largo de su cauce, en la vereda paraje “La Luisa” del municipio de Santiago de Cali, con el cual se pretende mostrar las causas reales de los problemas de contaminación y erosión de las mismas. También se busca establecer recomendaciones que sirvan para adoptar una propuesta de fortalecimiento de educación y capacitación a funcionarios y operadores del acueducto, basada en un plan de emergencias y de contingencia que permita prevenir daños en la infraestructura del acueducto y lograr el mejoramiento de la calidad del agua de las cuencas.

5.2.1 Análisis del riesgo enfocado a la alteración de la calidad del agua para consumo humano y las posibles implicaciones en el abastecimiento de la bocatoma La Luisa.

Para la identificación, descripción y análisis de amenazas se lleva a cabo la Tabla 13. En la primera columna se reportan todas las posibles amenazas de origen natural, tecnológico o social. En la segunda y tercera columna se especifica si la amenaza detectada es de carácter interno o externo, no interesa que sea el mismo tipo de amenaza. En la cuarta columna se describe la amenaza. En la quinta columna se califica la amenaza y en la sexta columna se pone el color respectivo a la calificación con base a lo siguiente:

Tabla 13.*Análisis de probabilidad de amenazas del sistema de acueducto La Luisa*

AMENAZA	INTERNO	EXTERNO	DESCRIPCIÓN AMENAZA	CALIFICACIÓN	COLO R
Movimientos sísmicos		X	Estudio de microzonificación en vereda La Luisa	Probable	
Inundaciones		X	Se genera encharcamiento debido a que el agua se devuelve por la tubería afectando el área de almacenamiento	Inminente	
Eventos atmosféricos		X		Probable	
Remoción en masa		X	Movimiento rápido de material a lo largo del cauce	Probable	
Explosión					
Revueltas/asonadas					
Atentados terroristas					
Otros					

Nota. Tomada de: “Metodologías de análisis de riesgo documento soporte guía para elaborar planes de emergencia y contingencias”. Por Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE (2012, p. 10).

La evaluación del factor de capacidad institucional se obtuvo a partir de las respuestas positivas (Si) o negativas (No) al siguiente cuestionario de criterios de vulnerabilidad (Tabla 14):

Tabla 14.
Evaluación del factor de capacidad institucional

SUBFACTORES A EVALUAR	RESPUESTA
Factor 1. Capacidad para identificar las sustancias que afectan la calidad el agua (laboratorios y puntos de muestreo)	Si No Observaciones
Laboratorio	
¿Existe un laboratorio?	x
¿Dónde están ubicados?	x Cali
¿Están autorizados o acreditados, por cuál entidad?	x
¿Se utilizan?	x
¿El laboratorio utilizado o acreditado tiene la capacidad para determinar los contaminantes que alteran la calidad del agua?	x
Puntos de muestreo del agua	
¿Existen puntos de muestreo?	x
¿Dónde están ubicados?	x
¿Están concertados?	x
¿Están materializados?	x
¿Están protegidos de contaminación externa?	x
¿Se utilizan?	x
¿Permiten recoger el volumen de agua requerido para las características básicas, de acuerdo con lo dispuesto en la resolución 2115 de 2007?	x
¿Permiten recoger el volumen de agua requerido por las características complementarias y complejas?	x
Factor 2. Capacidad instalada para tratar los contaminantes que transporta el agua	
Desarenador	x
Planta de tratamiento	x
Coagulación/Floculación	x
Sedimentación	x
Filtración	x
Desinfección	x
Existen procesos de remoción que permitan el control de:	x
Protozoos	x
Bacterias	x
Virus	x
Metales pesados	x
Hidrocarburos	x
Plaguicidas y fertilizantes	x
Existen otros procesos de tratamiento de agua	x
¿Tiene definido los rangos máximos de contaminantes para la operación?	x
Factor 3. Capacidad financiera para tratar los contaminantes que deterioran la calidad el agua	
¿Cuenta la entidad con los recursos económicos para el funcionamiento y mantenimiento del sistema de suministro de agua para consumo humano?	x

Nota. Se considera vulnerable un sistema de suministro de agua para consumo humano, cuando se obtiene por lo menos dos factores de la vulnerabilidad con respuestas negativas; esto implica que uno o varios de los elementos evaluados no son funcionales, y por tanto no es posible que las sustancias contaminantes sean eliminadas del agua para consumo humano. Tomada de: “Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017, p. 42).

Factor 5. Continuidad de la operación: Relacionada con el tiempo requerido para atender la emergencia, activar los protocolos de emergencia y reestablecer el servicio público de agua para consumo humano (Tabla 15).

Tabla 15.

Escala de vulnerabilidad del sistema de acueducto

Valoración	Significado	Calificación	VICTIMAS	DAÑO AMBIENTAL	PERDIDAS MATERIALES	CAPACIDAD INSTITUCIONAL	CONTINUIDAD DE LA OPERACIÓN
			Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Insignificante	Las consecuencias1 no afectan el funcionamiento del sistema; pérdidas o daños despreciables.		No hay lesión	No hay daños ambientales	Menos de 1 SMLV	Todas las preguntas con respuesta negativas	Suspensión menor a 2 horas
Marginal	Las consecuencias2 afectan en forma leve al sistema; pérdidas o daños moderados.		Lesiones Leves	Daños ambientales en el área de influencia al sistema de agua potable para consumo humano de la bocatoma	Entre 1 y 12 SMLV	El 5% de las preguntas con respuesta negativa	Suspensión entre 2 a 6 horas
Crítica	Las consecuencias3 afectan parcialmente al sistema en forma grave, pérdidas o daños considerables.		Lesiones con necesidad de hospitalización	Daños ambientales en las áreas aledañas al Sistema de agua potable para consumo humano de la bocatoma	Entre 12 y 50 SMLV	El 10% de las preguntas con respuesta negativa	Suspensión entre 6 a 48 horas
Catastrófica	Las consecuencias4 afectan en forma total al sistema; pérdidas o daños de gran magnitud.		Muertos	Daños ambientales con consecuencia en el Sistema de agua potable para consumo humano de la bocatoma	Más de 50 SMLV	Más del 10% de las preguntas con respuesta negativa	Suspensión indefinida

Nota. Tomada de: “Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017, p. 29).

Con base a los datos anteriores, se procede a estimar la probabilidad del riesgo y los factores de vulnerabilidad del sistema de acueducto, la información se consigna en matrices de doble entrada (tablas 16 y 17).

Tabla 16.

Matriz de Estimación de la probabilidad y de los factores de vulnerabilidad del sistema de acueducto

Componente del sistema de acueducto	del de	ESCENARIOS DE RIESGO	RIESGO ESTIMADO					PROBABILIDAD
			VICTIMAS	DAÑO AMBIENTAL	PERDIDAS MATERIALES	CAPACIDAD INSTITUCIONAL	CONTINUIDAD DE LA OPERACIÓN	
del agua para consumo humano originadas por fenómenos naturales y socio naturales (contaminantes transitorios)								
FUENTE O FUENTE ABASTECEDORA		Avenidas torrenciales	4	1	4	4	1	5
		Sequia	4	4	4	4	1	5
		Movimientos en masa	4	1	4	4	1	4
		Vendavales	1	1	1	1	1	4
		Fallas en el terreno	1	1	1	1	1	2
		Incendios Forestales	4	4	4	4	1	5
		Sismos	4	1	4	4	1	3
		Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1
CAPTACIÓN O BOCATOMA		Avenidas torrenciales	1	1	2	1	4	5
		Sequia	1	1	4	1	4	5
		Movimientos en masa	1	1	2	1	4	4
		Vendavales	1	1	1	1	1	1
		Fallas en el terreno	1	1	2	1	4	2
		Incendios Forestales	1	1	1	1	1	5
		Sismos	1	1	2	1	4	3

Tabla 16 (Continuación)

	Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1
	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	1
	Sequia	1	1	1	1	4	1
	Movimientos en masa	1	1	2	1	1	4
	Vendavales	1	1	1	1	1	1
	Fallas en el terreno	1	1	2	1	1	1
CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA O LÍNEA DE ADUCCIÓN	Incendios Forestales	1	1	3	1	1	5
	Sismos	1	1	3	1	4	3
	Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1
	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	4
	Sequia	1	1	1	1	1	1
	Movimientos en masa	1	1	2	2	1	1
	Vendavales	1	1	1	1	1	1
	Fallas en el terreno	1	1	2	2	2	1
DESARENADO	Incendios Forestales	1	1	2	4	4	5
	Sismos	1	1	4	4	4	3
	Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1
	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	1
	Sequia	1	1	1	1	1	1
FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS FIME	Movimientos en masa	1	1	1	1	1	1

Tabla 16 (Continuación)

CÁMARA D E CLORACIÓN	Vendavales	1	1	1	1	1	1
	Fallas en el terreno	1	1	1	1	1	1
	Incendios Forestales	1	1	1	1	1	1
	Sismos	1	1	2	2	4	3
	Fallas Operacionales	4	4	1	1	1	1
	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	1
	Sequia	1	1	1	1	1	1
	Movimientos en masa	1	1	2	1	1	1
	Vendavales	1	1	2	1	1	5
	Fallas en el terreno	1	1	1	1	1	1
	Incendios Forestales	1	1	1	1	1	1
	Sismos	3	3	2	1	4	3
	Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1
	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	1
	Sequia	1	1	1	1	4	1
	Movimientos en masa	1	1	2	1	1	2
	Vendavales	1	1	1	1	1	1
	Fallas en el terreno	1	1	2	1	1	2
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE LÍNEA D E CONDUCCIÓN	Incendios Forestales	1	1	3	1	1	1
	Sismos	1	1	3	1	4	3
	Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1

Tabla 16 (Continuación)

TANQUES	D	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	1
		Sequia	1	1	1	1	1	1
		Movimientos en masa	4	1	3	1	1	1
		Vendavales	1	1	1	1	1	1
		Fallas en el terreno	4	1	2	4	1	1
		Incendios Forestales	1	1	1	1	1	1
		Sismos	4	1	2	4	4	3
		Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	1
E								
ALAMACENAMI								
ENTO								
REDES	D	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1	1
		Sequia	1	1	1	1	4	1
		Movimientos en masa	1	1	2	1	1	1
		Vendavales	1	1	1	1	1	1
		Fallas en el terreno	1	1	2	1	1	1
		Incendios Forestales	1	1	3	1	1	1
		Sismos	1	1	3	1	4	3
		Fallas Operacionales	1	1	1	1	1	3
E								
DISTRIBUCIÓN								
Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano originadas en la actividad humana (Contaminantes permanentes)								
CUENCA O FUENTE		Turismo	1	4	3	4	1	5
		Asentamientos						
		os/ prestación human del	1	4	3	4	1	4

Tabla 16 (Continuación)

ABASTECIDO RA	servicio alcantarillado	de					
	Producción porcícola	1	1	1	1	1	2
	Producción agrícola	1	3	1	3	1	2
	Producción pecuaria en general	1	1	1	1	1	2
	Producción minera	3	3	3	3	3	2

Nota. Tomada de: "Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali".
Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017, Pp. 62 - 67).

Tabla 17.

Matriz de aceptabilidad según el riesgo calculado en el área de interés por año

Componente del sistema de acueducto	ESCENARIOS DE RIESGO	RIESGO ESTIMADO				
		VICTIMAS	DAÑO AMBIENTAL	PERDIDAS MATERIALES	CAPACIDAD INSTITUCIONAL	CONTINUIDAD DE LA OPERACIÓN
Calidad del agua para consumo humano originadas por fenómenos naturales y socionaturales (contaminantes transitorios)						
FUENTE ABASTECEDORA	Avenidas torrenciales	20	5	2020	5	
	Sequia	20	20	2020	5	
	Movimientos en masa	16	4	1616	4	
	Vendavales	4	4	44	4	
	Fallas en el terreno	2	2	22	2	
	Incendios Forestales	20	20	2020	5	
	Sismos	12	3	1212	3	
	Fallas Operacionales	1	1	11	1	
	CAPTACIÓN O	Avenidas torrenciales	5	5	105	20
Sequia		5	5	205	20	
Movimientos en masa		4	4	84	16	
Vendavales		1	1	11	1	
Fallas en el terreno		2	2	42	2	
Incendios Forestales		5	5	55	5	

Tabla 17 (Continuación)

BOCATOMA	Sismos	3	3	63	12
	Fallas Operacionales	1	1	11	1
CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA O LÍNEA DE ADUCCIÓN	Avenidas torrenciales	1	1	11	1
	Sequia	1	1	11	4
	Movimientos en masa	4	4	84	4
	Vendavales	1	1	11	1
	Fallas en el terreno	1	1	21	1
	Incendios Forestales	5	5	155	5
	Sismos	3	3	93	12
DESARENADO	Fallas Operacionales	1	1	11	1
	Avenidas torrenciales	4	4	44	4
	Sequia	1	1	11	1
	Movimientos en masa	1	1	22	1
	Vendavales	1	1	11	1
	Fallas en el terreno	1	1	22	2
	Incendios Forestales	5	5	1020	20
	Sismos	3	3	1212	12
	Fallas Operacionales	1	1	11	1
	Avenidas torrenciales	1	1	11	1
	Sequia	1	1	11	1

Tabla 17 (Continuación)

FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS FIME	Movimientos en masa	1	1	11	1
	Vendavales	1	1	11	1
	Fallas en el terreno	1	1	11	1
	Incendios Forestales	1	1	11	1
	Sismos	3	3	66	12
	Fallas Operacionales	4	4	11	1
CÁMARA DE CLORACIÓN	Avenidas torrenciales	1	1	11	1
	Sequia	1	1	11	1
	Movimientos en masa	1	1	21	1
	Vendavales	5	5	55	5
	Fallas en el terreno	1	1	11	1
	Incendios Forestales	1	1	11	1
	Sismos	9	9	63	12
	Fallas Operacionales	1	1	11	1
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE O LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Avenidas torrenciales	1	1	11	1
	Sequia	1	1	11	4
	Movimientos en masa	2	2	42	2
	Vendavales	1	1	11	1
	Fallas en el terreno	2	2	42	2
	Incendios Forestales	1	1	31	1
	Sismos	3	3	93	12

Tabla 17 (Continuación)

TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Fallas Operacionales	1	1	11	1
	Avenidas torrenciales	1	1	11	1
	Sequia	1	1	11	1
	Movimientos en masa	4	1	31	1
	Vendavales	1	1	11	1
	Fallas en el terreno	4	1	24	1
	Incendios Forestales	1	1	11	1
	Sismos	12	3	612	12
	Fallas Operacionales	1	1	11	1
	Avenidas torrenciales	1	1	11	1
REDES DE DISTRIBUCIÓN	Sequia	1	1	11	4
	Movimientos en masa	1	1	21	1
	Vendavales	1	1	11	1
	Fallas en el terreno	1	1	21	1
	Incendios Forestales	1	1	31	1
	Sismos	3	3	93	12
	Fallas Operacionales	3	3	33	3
	Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano originadas en la actividad humana (Contaminantes permanentes)				
	Turismo	5	20	1520	5
	Asentamientos humanos/ prestación del servicio de alcantarillado	4	16	1216	4
	Producción porcícola	2	2	22	2

Tabla 17 (Continuación)

FUENTE O FUENTE ABASTECEDORA	Producción agrícola	2	6	26	2
	Producción pecuaria en general	2	2	22	2
	Producción minera	6	6	66	6

Nota. Tomada de: “Evaluación regional del agua Valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica ambiental. Santiago de Cali”. Por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017).

De las matrices presentadas en la metodología se identificó lo siguiente:

5.2.2 Amenaza por presencia de sustancias que alteran la calidad del agua para consumo humano originado por fenómenos naturales y socio naturales.

- **Avenidas Torrenciales.** Se consideró las avenidas torrenciales un evento amenazante, dado que se identificaron (4) escenarios de riesgo inaceptables que se relacionan con la potencial afectación sobre pérdidas materiales, capacidad institucional y continuidad de la operación. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de acceder a ayudas de otras instituciones son las principales causas de este factor. De otro lado, la continuidad de la operación puede verse afectada tanto en la bocatoma como el suministro del servicio de agua.

- **Sequia.** Se consideró las sequias un evento amenazante, dado que se identificaron (5) escenarios de riesgo inaceptables que se relacionan con la potencial afectación sobre el daño ambiental, pérdidas materiales, capacidad institucional, continuidad de la operación. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de acceder a ayudas de otras instituciones son las principales causas de este factor. La sequía es un aspecto fundamental en la oferta hídrica, según el diagnóstico del Plan de Ordenamiento Hídrico - PORH en la zona se presenta un índice de aridez de moderado en el mes de junio y septiembre, deficitario en el mes de julio, altamente deficitario en el mes de agosto, teniendo efectos directos e indirectos en la oferta y demanda hídrica en la fuente abastecedora y el sistema de potabilización del agua para consumo humano del acueducto de la vereda paraje La Luisa. (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, (2017)

- **Movimientos en masa.** Se consideró los movimientos en masa un evento amenazante, dado que se identificaron (5) escenarios de riesgo inaceptables ubicados en la cuenca, bocatoma y línea de aducción, que se relacionan con la potencial afectación sobre las pérdidas materiales, capacidad institucional, continuidad de la operación. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de acceder a ayudas de otras instituciones son las principales causas de este factor.

De otro lado, los fenómenos de remoción en masa en la Cuenca son catalogados con riesgo medio y alto en el corregimiento la Villacarmelo, sitio de ubicación de la mayor parte de la infraestructura, sin embargo, la escala de evaluación del PORH es 1:25.000 por lo tanto se requiere un estudio de mayor detalle en el tema para determinar con mayor precisión los efectos de esta amenaza sobre la infraestructura, además se desconoce efectos de este fenómeno sobre las líneas de conducción y distribución.

- **Vendavales.** Se consideró los vendavales un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables, sin embargo, se considera un evento recurrente siendo un fenómeno concatenado relacionado con las lluvias y que genera daños menores.

- **Fallas en el terreno.** Se consideró las fallas en el terreno un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables. Además, hasta la fecha no se conocen registros de fallas en el terreno de la infraestructura actual y de presentarse requiere un estudio con mayor detalle.

▪ **Incendios forestales.** Se consideró los incendios forestales es un evento amenazante, dado que se identificaron (7) escenarios de riesgo inaceptables que se relacionan con la potencial afectación sobre daño ambiental, pérdidas materiales, capacidad institucional y continuidad de la operación. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de acceder a ayudas de otras instituciones son las principales causas de este factor. Además, el POMCH, identifica los incendios forestales con amenaza media y alta que pueden afectan el desarenador, línea de aducción y cuenca abastecedora y que puede afectar el servicio de suministro de agua.

▪ **Sismos.** Se consideró los sismos como un evento amenazante, dado que se identificaron (23) escenarios de riesgo inaceptables que se relacionan con la potencial afectación sobre pérdidas materiales, capacidad institucional y continuidad de la operación. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de acceder a ayudas de otras instituciones son las principales causas de este factor. De otro lado, el Valle del Cauca es considerado como amenaza alta por presencia de sismos.

▪ **Fallas operacionales.** Se consideró las fallas operacionales un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables, sin embargo.

▪ **Turismo.** Se consideró el turismo un evento amenazante, dado que se identificaron (3) escenarios de riesgo inaceptables que se relacionan con la potencial afectación sobre daño ambiental, pérdidas materiales, capacidad institucional. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de comunicación con otras instituciones son las principales causas de este factor.

▪ **Asentamientos humanos/ prestación del servicio del alcantarillado.** Se consideró la prestación del servicio de alcantarillado como un evento amenazante, dado que se identificaron (3) escenarios de riesgo inaceptables que se relacionan con la potencial afectación sobre daño ambiental, pérdidas materiales, capacidad institucional. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de comunicación con otras instituciones son las principales causas de este factor.

▪ **Producción porcícola.** Se consideró la producción agrícola como un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de comunicación con otras instituciones son las principales causas de este factor.

▪ **Producción agrícola.** Se consideró la producción agrícola como un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de comunicación con otras instituciones son las principales causas de este factor.

▪ **Producción pecuaria.** Se consideró la producción agrícola como un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de comunicación con otras instituciones son las principales causas de este factor.

▪ **Producción minera.** Se consideró la producción agrícola como un evento no amenazante, dado que se identificaron (0) escenarios de riesgo inaceptables. Además, se identificó con la comunidad que la desarticulación institucional y baja capacidad de comunicación con otras instituciones son las causas primordiales de este factor.

Se concluye que el sistema de suministro de agua potable para consumo humano, la vereda paraje La Luisa presenta baja amenaza, dado que todos los elementos contaminantes presentan valores menores a los aceptables acorde a lo establecido en la normatividad vigente. Esto también está relacionado con los usos de suelo aguas arriba de la bocatoma donde se encontró condiciones favorables que garantizan el agua de buena calidad. Sin embargo, en el escenario que se sobrepasen los máximos valores permitidos determinados en las resoluciones 2115 de 2007 y 4716 de 2010 del Ministerio de Protección Social y Ambiente, se deberá activar los siguientes protocolos de emergencia: (1) Suspensión del servicio público de acueducto, (2) Tratamiento de agua para eliminar la sustancia que altera la calidad de agua, (3) Establecimiento de métodos alternos para el suministro de agua para consumo humano (4) Limpieza de la infraestructura afectada (5) Reestablecimiento de las condiciones de normalidad. Lo anterior debido a las condiciones actuales básicas de operación del acueducto que consiste en un sistema de Filtración por Etapas Múltiples o FIME muy efectivo, seguido de la cloración, muy acorde a la buena calidad del agua presente en la cuenca abastecedora.

5.3 PLAN DE EMERGENCIA Y CONTINGENCIA PARA ATENDER LOS POSIBLES IMPACTOS CAUSADOS POR UN EVENTO

5.3.1 Elaboración de inventarios.

5.3.1.1 Capacidad de respuesta.

Este ítem corresponde a un análisis de suministros, servicios y recursos existentes en la organización para el control de las emergencias según la identificación de las amenazas y las necesidades de ejecución de los planes de contingencia. Solo deberán ser consideradas capacidades en “buen estado”. La capacidad de respuesta está definida por los siguientes factores:

- **Mapa de actores.** La Tabla 18 es el resultado del trabajo participativo donde se identificaron los actores públicos, privados, organizaciones comunitarias, ONG’s que están vinculadas con el sistema del servicio de agua potable y que intervienen directa o indirectamente con la gestión del riesgo.

Tabla 18.
Actores de la gestión del riesgo

ORGANISMOS	FUNCIONES CONCERNIENTES A LA GESTION DEL RIESGO
ENTIDADES PUBLICAS	
La Secretaría de Salud Pública tendrá como función, lo siguiente:	
Secretaría de Salud Pública Municipal SSPM	- Diseñar estrategias de disminución de la carga ambiental de la enfermedad, fomentando ambientes saludables para la vida, evitando enfermedades concernientes a la salud ambiental, llevando a cabo inspección, vigilancia y control (IVC) de los factores de riesgo sanitarios del ambiente y la vigilancia epidemiológica en salud ambiental, con base en las normas regulatorias vigentes.
	- Direccionar y controlar la ejecución de programas en los elementos temáticos de agua y saneamiento básico, aire, seguridad química, residuos sólidos y líquidos, alimentos y productos de consumo humano, zoonosis y vectores, habitabilidad y cambio climático en contextos de vida cotidiana y en los entidades de interés sanitario, en concordancia interinstitucional, intersectorial y <u>transectorial</u> con participación activa de la población y su puesta en operación territorial en la zona urbana y rural del municipio mediante las Unidades Ejecutoras de Salud Ambiental - UESA y del Centro de Zoonosis y Bienestar Animal, según las normas regulatorias vigentes.
	La Subsecretaria de Promoción, Prevención y Producción Social de la Salud tendrá como función lo siguiente:
Unidad Administrativa de Servicios Públicos Municipales UAESPM	- Acompañar al Secretario en direccionar, implantar, adaptar y mejorar permanentemente los procesos de Promoción, Prevención, Producción Social de la Salud e Inspección, Vigilancia y Control de los factores de Riesgo Sanitarios y del Ambiente.
	Realizar el seguimiento a los prestadores y operadores de los servicios públicos.
Corporación Autónoma Regional	- Efectuar los estudios técnicos que faciliten la portación de los servicios públicos con calidad, cobertura y permanencia.
	La CVC deberá colaborar en el proceso con base en sus funciones y deberes las cuales seguidamente se mencionan:
Corporación Autónoma Regional	- Ejecutar la función de máxima autoridad ambiental en la zona de su jurisdicción, según las normas de orden superior acorde con los criterios y directrices estipuladas por el Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 18 (Continuación)

del Valle del Cauca —	Valorar, inspeccionar y realizar el seguimiento ambiental de los usos del agua, del suelo, del aire y de los demás recursos naturales renovables, lo cual implicará el vertimiento, emisión o agregación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en todas sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan generar daño o arriesgar el desarrollo sostenible normal de los recursos naturales renovables o imposibilitar u obstruir su empleo para otros usos. Dichas funciones conforman la expedición de las correspondientes licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos.
CVC Zona rural	La CVC también, tendrá la responsabilidad de informar al Ente Territorial a través de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencia y Desastres y el Departamento Administrativo de Planeación Municipal aquellas situaciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que se presenten en la Zona Rural del Municipio.
Unidad Administrativa Especial denominada Parques Nacionales Naturales de Colombia,	Es el ente encargado de la administración y control del Sistema de Parques Nacionales Áreas Protegidas. Con el proceso de reestructuración del Estado en 2011, por medio del Decreto 3572 de 2011 se instituyó Parques Nacionales Naturales de Colombia como una Unidad Administrativa Especial.
OTRAS ENTIDADES DE APOYO	
CINARA	El Instituto CINARA es un ente de investigación y desarrollo, anexa a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, avalada por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Colombia, con una amplia trayectoria de trabajo en el país y América Latina. Tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades en el marco de un modelo de desarrollo sustentable en el entorno ambiental, con énfasis en el suministro de agua potable, el saneamiento ambiental, la higiene y la preservación del recurso hídrico. Para lo cual lleva a cabo investigación científica y tecnológica, elabora proyectos de transferencia, pone en práctica programas de capacitación y de formación del recurso humano en todos los niveles.
AQUACOL	Asociación de Organizaciones comunitarias Prestadoras de Servicios Públicos de Agua y Saneamiento en Colombia, conformado por 33 organizaciones de servicios públicos. Ente de colaboración técnica para el acueducto.

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P. (2020).

▪ **Listado de suministros, recursos o servicios con que cuenta la prestadora de servicio de agua para atender la emergencia.** A continuación se describen los suministros para atender la emergencia (productos, materiales y equipos), y los recursos humanos y económicos utilizados por las organizaciones comprometidas para la atención de las necesidades de la población afectada, (tablas 19, 20, 21 y 22).

Tabla 19.*Recursos humanos primera parte*

Descripción del personal (1)	Nivel educativo (2)	Lugar de trabajo o de ubicación (3)	Datos de contacto (4)	Personal con ARL y tipo de contrato (5)	Pertenece a la Brigada de Emergencia de la empresa (7)	
Maria Isabel Losada-Auxiliar Administrativa	Profesional Universitario	Oficinas JAA	317-2324913	Si	Sura 1	No
Orlando Tálaga-Operario PTAP	Bachiller	PTAP	317-7418013	Si	Sura 3	No
Fontanero Red de distribución.	Bachiller	Oficinas JAA	316-7878517	Si	Sura 3	No
Tesorera Administradora del Acueducto	Bachiller	Oficinas JAA	315-4192255	No	No	No
Presidente Administradora del Acueducto	Profesional Universitario	Oficinas JAA	304-4065819	No	Sura 3	No

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P. (2020).

Tabla 20.*Recursos humanos segunda parte*

Personal con experiencia en:					Personal con capacitación en:						
No.	Brigadas de Emergencia (11)	Organismos de socorro (12)	Uso y manejo del cloro (13)	Manejo de extintores (14)	Manejo y Coordinación de Emergencias (15)	Actuación en casos de un sismo, deslizamiento de tierra, incendios etc.(16)	Primeros auxilios (17)	Plan de Evacuación (18)	Prevención y Combate de Incendios (19)	Calidad del agua (20)	Sistemas de alerta (21)
1	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
2	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si
4	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
5	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P. (2020).

Tabla 21.*Inventario de equipos*

Preguntas	Descripción (1)	Cantidad (3)	Estado (4)	Ubicación (5)
¿Vehículo disponible para la respuesta?	No			
¿Equipos de comunicación disponibles para la respuesta?	Celulares	5	bueno	PTAP y Oficina
¿Indique los extintores disponibles para la respuesta?	Multipropósito	2	bueno	
			2/02/2020	PTAP y Oficina
¿Cuentan con equipos de medición de la calidad del agua?	Clorinómetro	2	bueno	PTAP y Oficina

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P. (2020).

Tabla 22.
Recursos económicos

No. Póliza	Tipo de seguro		Alcance	Inicio del contrato	Fin de la cobertura del contrato	Capital asegurado
No	No	No	No	No	No	No
Recursos propios invertidos durante los últimos (5 años)			Recursos propios proyectados (5 años)			
Estudios	Mejoramiento de infraestructura	deCapacitación	Estudios	Mejoramiento de infraestructura	deCapacitación	
\$ 12.000.000	\$ 18.000.000	\$ 2.000.000	3.500.000	\$ 14.000.000	\$ 3.000.000	

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Es de anotar que el municipio cuenta con póliza para las Juntas Administradoras de Acueducto. El 2% - 5% del recaudo se destina para contingencias.

▪ **Listado de suministros, recursos o servicios que le hace falta a la prestadora de servicio de agua para atender la emergencia.** El objetivo del Plan de Emergencias y Contingencias es manejar los casos de emergencia de modo efectivo para la protección de la integridad de los usuarios o beneficiarios, de los trabajadores y de la infraestructura asociada al sistema de potabilización de agua para consumo humano. A continuación se lleva a cabo un listado de materiales y equipos requeridos particularmente para la extinción de combate de incendios forestales y luego se procederá analizar los recursos o servicios que le hace falta a la empresa prestadora del servicio de agua para consumo humano a partir de una matriz DOFA, instrumento que facilita realizar una síntesis de la información recogida e implementar decisiones y estrategias para atender la emergencia.

a) Listado de materiales y equipos requeridos en la extinción para combatir incendios forestales. Algunas de las acciones que se tienen que realizar y qué herramienta de las especificadas para el combate se pueden utilizar:

Cortar (con herramientas con filo):

Hacha-azada (pulaski). – Palín. – Rastrillo-azada (Macleod).

Raspar (rascar con el filo de la herramienta):

Hacha-azada (pulaski). – Palín. – Rastrillo-azada (Macleod).

Cavar (profundizar en el suelo mineral):

Hacha-azada (pulaski). – Palín.

Sofocar (desplazar el oxígeno):

Batefuegos. – Palín.

Enfriar (bajar la temperatura del combustible):

Extintor de mochila. – Palín.

De la matriz DOFA (Tabla 23) se concluye que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P, cuenta con personal que requiere ser capacitado para atender las emergencia en niveles 3 y 4, esto indica que debe realizarse no solo con los operarios sino además con la junta de acción comunal en pleno, y demás voluntarios según la organización para la respuesta.

Tabla 23.
Matriz DOFA

		Positivos	Negativos
		Fortalezas	Debilidades
Origen interno Atributos de la empresa	1. Existe una JAA comprometida con la Gestión del Riesgo	1. Falta de capacitación de la JAA en la gestión del riesgo, en la atención de emergencias, manejo de Cloro y Calidad del Agua	
	2. Operadores con capacitación básica en la gestión del riesgo proporcionada por la ARL	2. No existe brigada de emergencia.	
	3. Operadores capacitados en Calidad del Agua y manejo del Cloro	3. Baja capacidad de comunicación y coordinación con la secretaria de gestión del riesgo municipal, los organismos de socorro y Autoridad Sanitaria y Ambiental	
	4. Entidades con baja vulnerabilidad institucional	4. Falta de gestión documental para la gestión del riesgo. (principalmente de la información cartográfica)	
	5. Infraestructura en buen estado y mantenimiento adecuado	5. La infraestructura no está asegurada y no cuenta con Bioalarma	
		Oportunidades	Amenazas
		1. Alta disposición de todo el personal a fortalecerse en la gestión del riesgo	1. Ocurrencias de eventos de gran magnitud con afectación grave al acueducto
		Fortalezas	Debilidades
Origen externo Atributos del Ambiente	1. Presencia de instituciones del Estado como: UAESPM, Secretaría de Salud, Municipio, Parques Nacionales, CVC.	1. Baja capacidad de comunicación y coordinación con los acueductos en momento de la emergencia	
	2. Presencia de instituciones de sociedad civil: <u>Aquacol</u>	2. Falta de gestión documental para la gestión del riesgo (principalmente de la información cartográfica de los acueductos)	
	3. Presencia de instituciones educativas y centros de investigación: <u>Univalle</u> y <u>Cinara</u>	3. Falta de articulación entre el Comité de gestión del riesgo y el acueducto, organismos de socorro	
		Oportunidades	Amenazas
		1. Definir cómo las entidades de gestión del riesgo pueden aportar para atender a la emergencia	1. Ocurrencia de eventos de gran magnitud con afectación grave al acueducto

Nota. La comunicación interinstitucional es un aspecto clave a mejorar, para identificar los suministros, recursos o servicios que requiere la empresa para la ayuda externa. Adaptada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

▪ **Identificación de requerimientos.** En la elaboración de los requerimientos institucionales para atender la emergencia y contingencia, se tuvieron en cuenta los siguientes ítems:

1) Elaboración de inventarios; **2)** Definición de las funciones del Comité Central de Emergencias del acueducto; **3)** Definición de necesidades de ayuda externa; y **4)** Educación y capacitación (Tabla 24).

Tabla 24.*Identificación de requerimientos*

ITEM	INVENTARIO	CANTIDAD	REQUERIMIENTOS
Recursos Físicos	Fuentes de abastecimiento	1	Motobomba, Combustible, Tubería para reponer: acoples, codos, manguera mínimo 100 m de tubería.
	Estructuras de captación	3	
	Redes de aducción	3	
	Desarenadores	1	
	Plantas de Tratamiento	1	
	Tanques de almacenamiento	5	
	Redes de conducción	1	
	Redes de distribución	1	
	Conexiones domiciliarias	916	
Recursos Humanos	Técnico operativo de redes y plantas	2	Personal capacitado en gestión del riesgo, Brigadistas y primeros auxilios, Electromecánicos, Manejo de extintores y Atención emergencia y escape de cloro.
	Tecnólogo en proyectos	1	
	Tecnólogo en Agua y saneamiento	1	
	Profesional Contable	2	
	Administrativo y afines	3	
Edificaciones	Planta de Operaciones	1	Determinar sala de crisis
	Oficina Administrativo	1	
Recursos Económicos	Recurso propio invertido durante el último año en Estudios, Mejoramiento de infraestructura, Capacitaciones, herramientas, dotaciones y equipos.	\$ 15.000.000	Obtener póliza de seguro para la atención de emergencias, a parte del porcentaje designado desde la alcaldía.

Tabla 24 (Continuación)

Vehículos	Vehículo alquilado	Indefinido	Carrotanques, Bactor, Volquetas, Retroexcavadora
	Moto	1	
	Primeros Auxilios: Camilla plástica, botiquín y extintor	2 c/u	
Equipos	Equipos y Herramientas: Arnés, Lazos, linternas, cascos, botas pantaneros, palas cuadraros, palas redondas, picas, barras, palines, porra, ahoyador, buggis, machetes, cincel, pulidora, taladro	Entre 2 y 4 c/u	Motobomba, plantas eléctricas, equipo de monitoreo, petar portátiles, carrotanque.
Almacenes			Establecimiento de almacenes
	Radios	4	
Comunicaciones	Celulares	1	Radio teléfonos, celulares, radio, televisión.
	Teléfono fijo	1	
Sistemas de Monitoreo	Sistemas de control de calidad de agua	3 DPD (Cloro) y 1 Turbidímetro manual	Sistemas de alarmas
	Sistema de mantenimiento		
	Sistema de mantenimiento de redes		
Hidrantes y otros equipos para atención de emergencias	Tres tipos de hidratantes		Inventario de hidrantes, cortafuegos para prevención de incendios
Sitios de posibles albergues temporales y edificaciones masivas e indispensables	(I.E MULTIPROPOSITO) Averiguar cuantos baños hay, duchas, Cocinar etc.		Establecimiento del albergue

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

- **Funciones mínimas del grupo, equipo o comité central de emergencias de la persona prestadora de servicios.** El Comité Central para la Atención de Emergencias es el equipo de trabajo conformado por los servidores adscritos a la sede respectiva de la empresa prestadora, encargado del diseño de estrategias que orientan el desarrollo de los programas preventivos y de control para situaciones de emergencias basadas en los riesgos existentes. La Tabla 25 muestra las personas encargadas de las diferentes funciones del comité, antes, durante y después de la emergencia.

Tabla 25.

Comité Central para la Atención de Emergencias

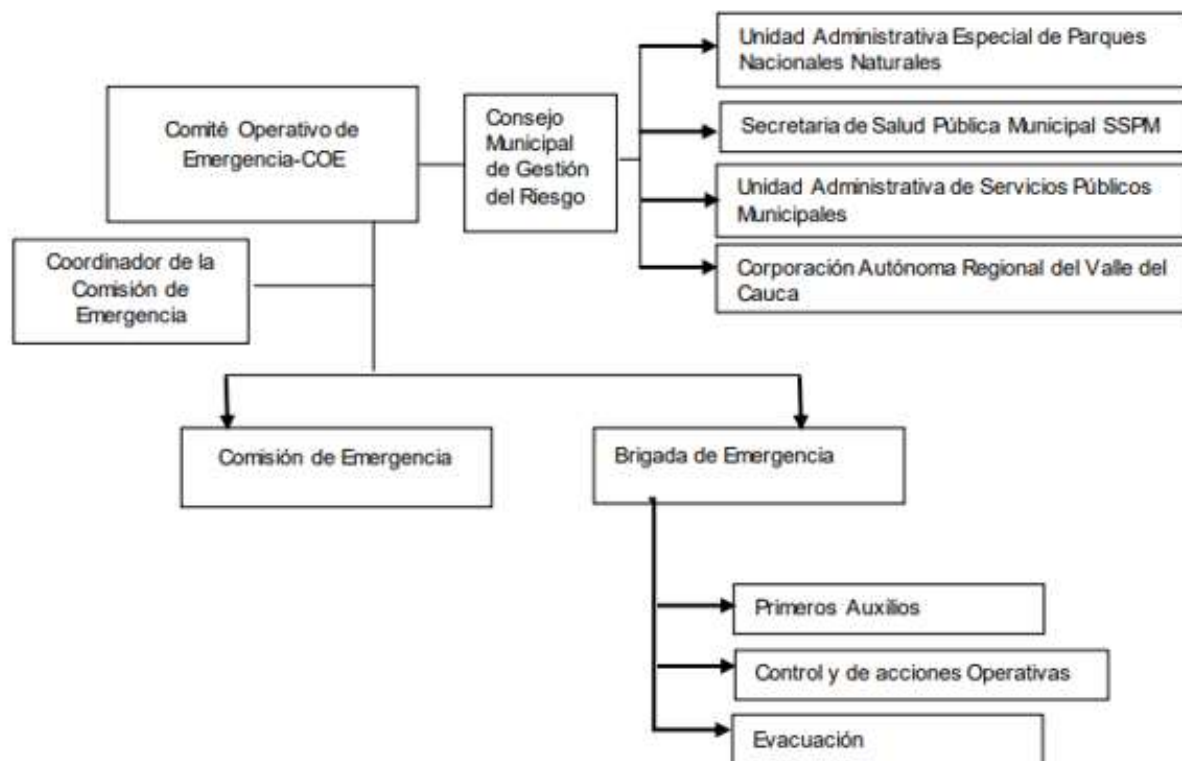
Comité Central para la Atención de Emergencias			
Función	Fecha de Ejecución	Líder	Contacto
1. Elaboración y Actualización del Plan de Emergencias y Contingencias		Profesional III de Mantenimiento. Profesional III de Mantenimiento Producción Profesional III de Operaciones. Técnico I, II y Auxiliares.	
2. Diseño de formatos de Daños y Necesidades	Noviembre-Diciembre 2019	Profesional III de Mantenimiento. Profesional III de Mantenimiento Producción Profesional III de Operaciones.	
3. Socialización del Plan de Emergencias y contingencias		Subgerente Operativo. Subgerente Técnico. Profesional V	
4. Gestión para la Financiación del Plan de Emergencias y contingencias		Gerente. Subgerencia operativo, técnico. Profesionales V.	
5. Coordinador de actividades y Recursos	Vigencias futuras	Subgerente Operativo	
6. Supervisión del Plan de Emergencias y Contingencias		Subgerente Operativo. Subgerente Técnico.	

Nota. Las personas que representan estos cargos tienen poder de decisión y las aptitudes que las hacen idóneas para conformar la brigada de emergencia y contingencia y actuar con criterio y sentido preventivo en caso de requerirse su intervención. Adaptada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

- **Establecimiento de necesidad de ayuda externa.** Este aspecto permite establecer pactos y alianzas de apoyo mutuo con otros prestadores de servicios públicos domiciliarios en casos de emergencia (Figura 16), en cuyo caso entran a formar parte del plan de emergencias y contingencias del sistema de acueducto y alcantarillado del municipio como actores externos al mismo sistema.

Figura 16.

Organigrama de atención a la emergencia con ayuda externa



Nota. Entes territoriales externos para establecer alianzas de apoyo mutuo. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

La Tabla 26 muestra las entidades de apoyo según la emergencia y su contacto:

Tabla 26.*Emergencias y Solicitud de Ayuda Externa para la Atención de Emergencias*

Ayuda Externa para la Atención de Emergencias			
Tipo de Emergencia	Entidades de Apoyo	Responsable	Contacto
1. Inundaciones	Bomberos	Pedro Melo	
	Defensa Civil	Jose David Gómez	3113867220
	Hospital	Manuel Fernando Cobo	2520240
	Consejo local de Gestión de Riesgo	Blanca Mirian Samboni	2520075
2. Avenidas Torrenciales	Bomberos	Pedro Melo	
	Defensa Civil	Jose David Gómez	3113867220
	Consejo local de Gestión de Riesgo	Blanca Miriam Samboni	2520075
3. Incendios	Bomberos	Pedro Melo	
4. Sismos	Bomberos	Pedro Melo	
	Defensa Civil	Jose David Gómez	3113867220
	Consejo local de Gestión de Riesgo	Blanca Miriam Samboni	2520075
	Policía Nacional	Comandante	2520220
	Manipulación	Comandante	2520220
5. Indebida de Equipos	Policía Nacional	Comandante	2520220
6. Sabotaje	Policía Nacional	Comandante	2520220
7. Atentados Terroristas	Policía Nacional	Comandante	2520220

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

La Tabla 27, muestra el tipo de ayuda requerida para la atención de emergencias:

Tabla 27.

Tipo de ayuda requerida

Tipo de Ayuda Requerida			
Tipo de Emergencia	Entidades de Apoyo	Tipo de Ayuda	Descripción
1. Inundaciones	Bomberos	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
	Defensa Civil	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
	Hospital	Técnica	Prestación de personal médico e instalaciones
	Consejo local de Gestión de Riesgo	Técnica y Financiera	Apoyo técnico y económico para atender la emergencia
2. Avenidas Torrenciales	Bomberos	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
	Defensa Civil	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
	Consejo local de Gestión de Riesgo	Técnica	Apoyo técnico y económico para atender la emergencia
3. Incendios	Bomberos	Técnica y Financiera	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
4. Sismos	Bomberos	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
	Defensa Civil	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para la atención de una emergencia
	Consejo local de Gestión de Riesgo	Técnica y Administrativa	Apoyo técnico y económico para atender la emergencia
	Policía Nacional	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para brindar seguridad durante la emergencia
	Manipulación		
5. Indebida de Equipos	Policía Nacional	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para brindar seguridad durante la emergencia
6. Sabotaje	Policía Nacional	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para brindar seguridad durante la emergencia
7. Atentados Terroristas	Policía Nacional	Técnica	Ayuda con equipos y personas necesarios para brindar seguridad durante la emergencia

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

▪ **Fortalecimiento de educación y capacitación.** Este programa busca establecer las necesidades de capacitación en atención de emergencias al personal del sistema que participará en su atención, en temas como evaluación de daños, primeros auxilios y manejo de equipos de comunicación, entre otros; por lo tanto, se debe capacitar la totalidad del personal que hace parte de la entidad prestadora de servicios. La Tabla 28, muestra las necesidades de educación y capacitación, así como las entidades que pueden brindarlas y un resumen del cronograma.

Tabla 28.

Programa de fortalecimiento institucional

Educación y Fortalecimiento para la Atención de Emergencias				
Necesidad de Capacitación	Entidad de Apoyo	Fecha de Capacitación	Personal a Capacitar	Inversión
Manejo				
1. Coordinado de Emergencias	Defensa Civil			
Actuación en casos de un sismo,				
2. deslizamiento de tierra, inundación, etc.	Defensa Civil	Junio-Diciembre 2019	Todo el Personal Operativo y Administrativo	
3. Primeros Auxilios	Hospital			
4. Plan de Evacuación	Defensa Civil			
5. Prevención y Combate de Incendios	Bomberos			
6. Sistemas de alerta	Bomberos			

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

Con lo anterior hay que prever que las JAA realicen las debidas capacitaciones de bomberos diagrama de flujo preparado por cada evento.

5.3.2 Organización para la emergencia.

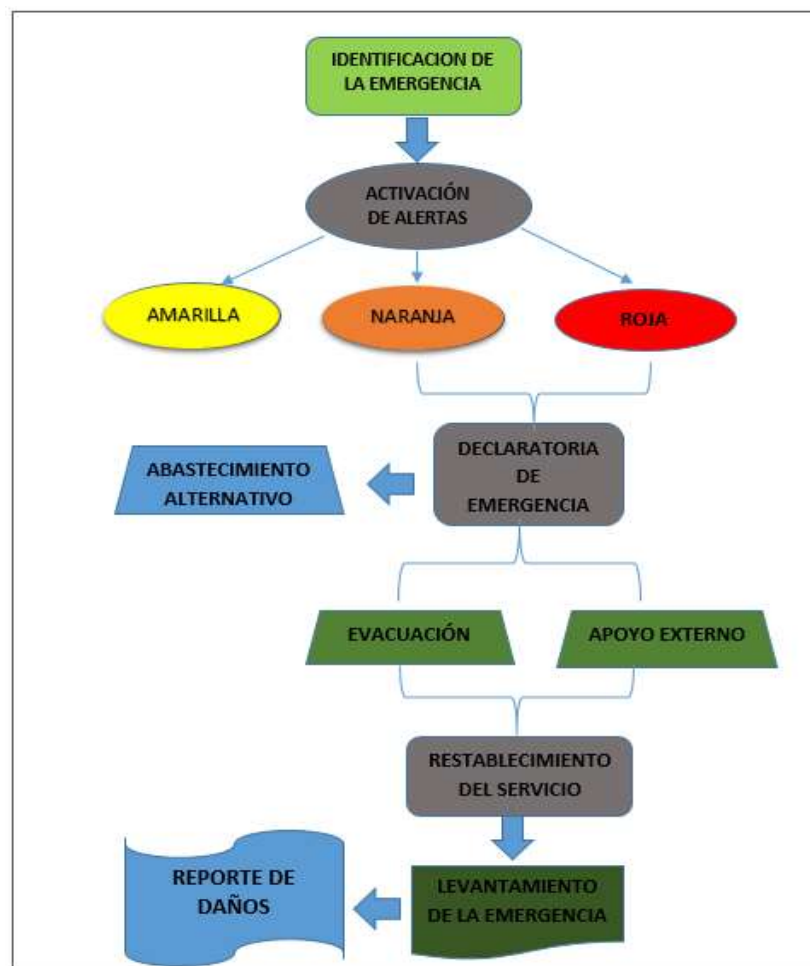
Para la aplicación de las medidas propuestas, la institución deberá organizar los vínculos que se requieren con servicios externos, específicamente en lo

concerniente a primeros auxilios, asistencia médica de urgencia y salvamento, de modo que se garantice la rapidez y eficacia de las mismas.

5.3.3 Estructura organizacional de la emergencia.

A continuación, se presenta la estructura organizacional del plan de emergencias y contingencia ante un evento de posible ocurrencia (Figura 17).

Figura 17.
Estructura organizacional



Nota. Flujograma de actividades para la implementación del plan de emergencias y contingencia. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

5.3.4 Criterios para declarar los niveles de alerta. (Tabla 27)

En la Tabla 29, aparecen los criterios para declarar los niveles de alerta generada por sustancias que afectan la calidad del agua potable producidas por fenómenos naturales y socionaturales.

Tabla 29.

Niveles de alerta

No		ESCENARIOS	NIVEL DE ALERTA
Amenaza generada por sustancias que afectan la calidad del agua potable producidas por fenómenos naturales y socionaturales			
Descripción del Escenario. Presencia de contaminantes transitorio que afecte la infraestructura del sistema de agua potable para consumo humano			
1	Avenidas torrenciales	Notificaciones por terceros de avenidas torrenciales al servicio de comunicaciones de Emergencias; se pueden instalar puntos de vigilancia fija o móvil	
2	Sequia	Notificaciones generadas por el IDEAM, Consulta	
3	Movimientos en masa	En algunos casos, notificaciones por terceros de presencia de movimientos en masa al servicio de comunicaciones de Emergencias	
4	Vendavales	N/A	
5	Fallas en el terreno	En algunos casos, notificaciones por terceros de presencia de movimientos en masa al servicio de comunicaciones de Emergencias, informes de la CVC	
6	Incendios Forestales	Notificaciones por terceros de incendios forestales al servicio de comunicaciones de Emergencias; se pueden instalar puntos de vigilancia fija o móvil	
7	Sismos	N/A; Boletines informativos por parte del Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano	
8	Fallas Operacionales	N/A	
Amenaza por sustancias que afectan la calidad del agua potable producidas en actividades humanas			
Descripción del Escenario. Presencia de contaminantes permanente y en el caso de sobrepasar los máximos valores permitidos establecidos en las resoluciones 2115 de 2007 y 4716 de 2010 del Ministerio de Protección Social y del Ambiente			
1	Turismo		

Tabla 29 (Continuación)

2 Asentamientos humanos /prestación del servicio de alcantarillado		Niveles de alerta	Biosistema	Nivel de emergencia
3 Producción porcícola	4 Producción agrícola	Verde Nivel 1	Se evidencia cambios en el comportamiento de los individuos	NA
5 Producción pecuaria en general				
6 Producción minera		Amarillo Nivel 2	Mortandad parcial	NA
		Roja Nivel 3	Mortandad súbita	Verde Nivel 1

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

5.3.5 Criterios para declarar la emergencia y estructura de intervención.

En la Tabla 30, se indica los criterios para declarar la emergencia y estructura de intervención bajo los cuales las autoridades ambientales competentes pueden declarar los estados excepcionales de Prevención, Alerta y Emergencia.

Tabla 30.*Criterios para declarar la emergencia y estructura de intervención*

Niveles de Emergencia	Afectación a la infraestructura	Afectación a la continuidad del servicio	Capacidad de respuesta	Estructura de intervención	Funciones durante la emergencia
Verde Nivel 1	El impacto no altera el funcionamiento del sistema; pérdidas o daños depreciables	Suspensión de suministro de agua potable menor o a 2 horas	Es posible manejarse con recursos propios sin acudir a otras instancias		<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar de modo administrativo la emergencia - Activar los niveles de alarma y emergencia - Levantar el EDAN
	Las consecuencias del s afectan en forma leve al sistema; pérdidas o daños moderados	Suspensión de abastecimiento de agua potable de 2 a 6 horas	Es posible manejarse con recursos propios informando a las entidades correspondientes		<ul style="list-style-type: none"> - Ubicar un lugar fijo para instalar la sala de crisis (espacio en el cual se pondrá en práctica la coordinación de emergencias según la magnitud e intensidad y desastre, razón por la cual se deberá contar con un sitio alternativo, si ésta no está en un área segura) - Convocar a la Comisión de Emergencia de acuerdo al nivel de emergencia - Mantener comunicación con la Comisión de Emergencia, COE y la Brigada de Emergencia e

Tabla 30 (Continuación)

**Amarillo
Nivel 2**

informar cómo transcurre del evento

- Cerciorarse de la protección de la integridad física de todos los que se encuentran dentro de las instalaciones

- Constituir y brindar capacitación y entrenamiento a la Brigada de Emergencia

- Establecer el enlace con los grupos externos de socorro (Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil); CMGR; CVC; Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales; Secretaria de Salud Pública Municipal-SSM y Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Municipales

Coordinador
de la Comisión
de
Emergencia

- Establecer un coordinador en el área específica de la emergencia y tenerlo al tanto de los requerimientos y desarrollo del evento

- Determinar la cantidad de brigadistas y los lugares de intervención

- Hacer un listado de las personas evacuadas separando a funcionarios y visitantes

Tabla 30 (Continuación)

				<ul style="list-style-type: none"> - Actualizar constantemente la información cartográfica del sistema de suministro de agua y dejarla a disposición en la sala de crisis - Poner en práctica la cadena de llamado
	El impacto afecta de manera parcial al sistema de agua potable en forma grave, pérdidas o daños considerables	Suspensión del abastecimiento de agua potable de 6 a 72 horas	Para atender la situación se podrá recurrir al apoyo de otras instituciones	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar de modo administrativo la emergencia - Asegurar la coordinación inicial de la emergencia - Levantar el EDAN - Aprobar la inversión de todos los recursos que se requieren para controlar de modo eficaz la emergencia - Establecer los contactos con los grupos externos de socorro (Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil); CMGR; CVC; Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales; Secretaría de Salud Pública Municipal-SSM; Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos Municipales; Brigada de Emergencia de la JAA y
			Comisión de Emergencia	

Tabla 30 (Continuación)

Naranja Nivel 3	Policía Nacional
	- Priorizar la necesidad de recursos
	- Determinar si la emergencia ha sido controlada
	- Preparar y divulgar los comunicados oficiales
	- Realizar la evaluación de la emergencia
	- Poner en práctica los procedimientos y protocolos de emergencia

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

5.3.6 Cadena de llamado y línea de tiempo- alerta institucional. (Duración 20 minutos).

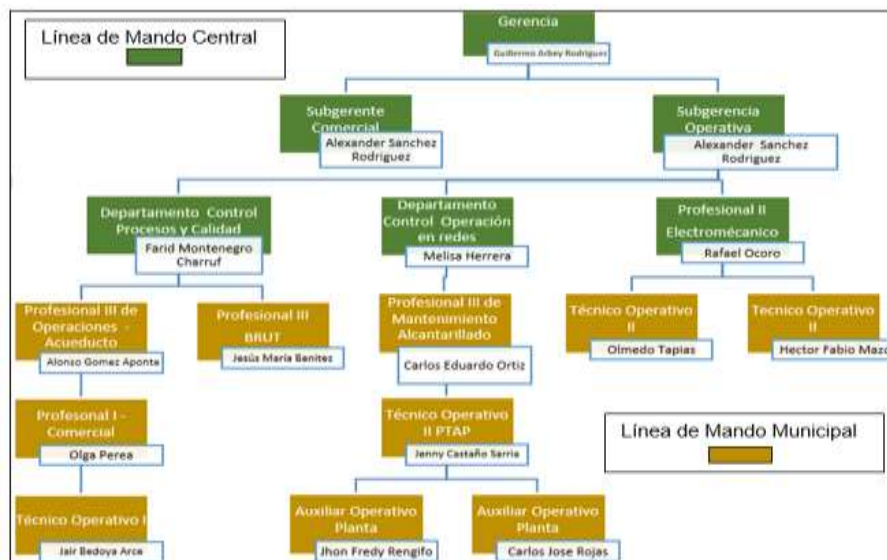
La estructura para una cadena de llamadas, parte de dos unidades las cuales las realizan en simultánea para asegurar el inicio de la cadena, la cual sigue extendiéndose siempre máximo con dos llamadas por cada una de los miembros integrados (Tabla 31).

Tabla 31.
Cadena de llamado

#	Cargo	¿A quién llama?							
		1A	2	3	4	5	6	7	8
1	Coordinador de la Comisión de Emergencia		O						
2	Líder de elaboración del EDAN			O					O
3	Líder de Gestión para la financiación de la Emergencia				O	O			
4	Líder de Brigada de Emergencia						O	O	
5	Líder de Necesidades de insumos, equipos y capital humano para la emergencia								
6	Líder de Rehabilitación								
7	Líder Métodos alternativos de agua								
8	Línea de Emergencia 123								

Seguidamente, se determina el procedimiento para contactar a cada uno de los integrantes internos que intervienen en la respuesta a la emergencia, primordialmente en horarios y períodos críticos como los nocturnos y festivos. De acuerdo a la hora, el lugar, el medio y el impacto esperado, el procedimiento para la notificación se debe llevar a cabo rigurosamente por las personas involucradas en éste (Figura 18).

Figura 18.
Línea de Mando Unificada



Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

5.3.7 Comisión de emergencias

Es el equipo de trabajo conformado por los servidores adscritos a la sede respectiva de la empresa prestadora, encargado del diseño de estrategias que orientan el desarrollo de los programas de prevención y de control para situaciones de emergencias basadas en los riesgos existentes. Las personas que representan estos cargos tienen poder de decisión y las aptitudes que las hacen idóneas para conformar dicha brigada y actuar con criterio y sentido preventivo en caso de requerirse su intervención y está conformado por:

Líder de elaboración del EDAN

Líder de gestión para la financiación de la emergencia

Líder de brigada de emergencia y comunicaciones

Líder de necesidades y requerimientos

Líder de la Comisión de Emergencia

5.3.8 Comunicaciones

▪ Directorio de emergencia

La JAA deberá concertar con la institucionalidad relacionada la forma más eficaz de comunicación en caso de emergencia (123 Líneas de emergencia; 117 Emcali; 119 Bomberos; 132 Cruz Roja; 144 Defensa Civil; 116 Acueducto) y deberá consignarse en la Tabla 32.

Formato directorio de emergencia, líneas concertadas

[illegible]

Nota. Tomada de: Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S.P. del Paraje La Luisa (2020).

5.3.9 Protocolo de actuaciones.

- **Procedimientos y protocolos**

La respuesta a una emergencia exige preparación técnica, planificación y una importante capacidad de coordinación entre quienes participan de ella. Aunque la mayoría de los participantes en respuesta a una emergencia lo hacen con buena intención, esta debe ser complementada con profundos conocimientos, práctica continua de esos conocimientos, recursos suficientes y capacidad de coordinación. En caso de emergencia, la respuesta se ejecutará en los siguientes escenarios (Tabla 33):

Tabla 33.
Procedimientos y protocolos

No	ESCENARIOS	PROCEDIMIENTO	PROTOCOLO
Amenaza generada por sustancias que afectan la calidad del agua potable producidas por fenómenos naturales y socionaturales			
Descripción del Escenario. Presencia de contaminantes transitorio que afecte la infraestructura del sistema de agua potable			
1	Avenidas torrenciales		(1) Lavado y desinfección de tanques para almacenar agua potable
2	Sequia		
3	Movimientos en		(2) Purificación de las líneas primordiales de conducción
4	Vendavales	(1) Procedimiento general	dede agua potable
5	Fallas en el terreno	restablecimiento de las condiciones de normalidad	
6	Incendios		
7	Forestales	(2) Coordinación general del evento	
8	Sismos		
8	Fallas Operacionales		
Amenaza por sustancias que afectan la calidad del agua potable producidas en actividades humanas (agrícolas, pecuarios, mineras, industrias, alcantarillados)			
Descripción del Escenario. Presencia continua de contaminantes y exceder los máximos valores permitidos determinados en las resoluciones 2115 de 2007 y 4716 de 2010 del Ministerio de protección social y del ambiente			
1	Turismo	(1) Suspensión del servicio público de acueducto	(1) Lavado y desinfección de tanques para almacenar agua potable
2	Asentamientos humanos	(2) Tratamiento de agua para sustraer la sustancia que afecta la calidad de agua	
3	Producción porcícola		
4	Producción agrícola	(2) Purificación de las líneas primordiales de conducción	
5	Producción pecuaria general	(3) Aplicación de mecanismos alternativos para el suministro de agua potable	
6	Producción minera	(4) Limpieza de la infraestructura afectada	

Continuación Tabla 33.

El protocolo pretende reforzar la capacidad de coordinación aportando una guía de actividades para optimizar la atención en cada evento. En cuanto a los procedimientos operativos, estos proponen las generalidades de planificación,

coordinación y seguridad operacional, dejándolos detalles técnicos como competencia de las especialidades del dominio de las entidades que participan en la respuesta a la emergencia.

Estos protocolos no son útiles por si solos, para que funcionen en el momento de la crisis deben basarse sobre una adecuada política preparativos, es decir que este plan existe desde antes de la emergencia, que es conocido por las autoridades y la comunidad y que ha sido practicado. El primer usuario de este protocolo es la Junta Administradora del Acueducto, que es la entidad encargada de activar la prestación del servicio de agua y con responsabilidades en la respuesta a las emergencias.

- **Formato para evaluación de daños.** En la Tabla 34, aparecen los criterios de evaluación de daños generados por contaminación debido a sustancias que afectan la calidad del agua potable producidas por fenómenos naturales y socionaturales.

Tabla 34.
Reporte de Daños Post-Evento

Formato para la evaluación de daños			
Evento			
Fecha		Hora	
Componente			
Descripción del daño			
Localización del daño			
¿Requiere cierre de flujo de agua?	si		no
Impacto o peligro que origina el daño sobre la prestación del servicio o sobre el entorno			
Preparación parcial			

Tabla 34 (Continuación)

Requerimientos para reparación parcial, o temporal o definitiva en personal y recursos técnicos y económicos	personal	
	Recursos técnicos	
	Recursos económicos	
	Reparación definitiva	
	personal	
	Recursos técnicos	
	Recursos económicos	
Tiempo estimado de reparación /rehabilitación		
Condiciones de acceso al componente dañado		
Nombre y firma		
Cargo		

5.3.10 El análisis posterior al evento.

Una vez ha finalizado la situación de la emergencia se procede al diseño de los formatos para la recolección rápida de información de campo relacionada con los daños causados por una contingencia sobre la infraestructura; esto permite priorizar los puntos de atención y reparación inmediata, unificando esfuerzos para disminuir el tiempo de interrupción de parte o la totalidad de un sistema, o para priorizar evaluaciones de mayor profundidad. La Tabla 35 muestra el formato que se requiere para el análisis de la situación una vez pasada y levantada la situación de emergencia.

Tabla 35.

Análisis del evento ocurrido

Análisis Posterior al Evento			
Acción a Evaluar		Descripción	Observaciones
			Calificación (0-5)*
1	Notificación de la Emergencia	Se notificó a tiempo al coordinador de emergencias sobre la situación	
2	Activación de Alarmas	Se activaron las alertas a tiempo	

Tabla 35 (Continuación)

3	Arribo de Encargados de la Atención	Se presentaron las personas encargadas de atender la emergencia dentro de la empresa a tiempo
4	Atención de la Emergencia	Se contó con los recursos suficientes para atender y controlar la emergencia
5	Solicitud de Apoyo Externo	Se solicitó el apoyo necesario de instituciones externas para la atención de la emergencia
6	Evacuación de las instalaciones	Se evacuaron las instalaciones de manera segura
7	Restablecimiento o del servicio	Se restableció el servicio de manera normal en un tiempo oportuno
8	Levantamiento de la Situación de Emergencia	Se levantó la contingencia a tiempo
9	Reporte de Daños	Se realizó un reporte de los daños

*Se califica de 1 a 5 así: 1: Inaceptable; 2: Regular; 3: Deficiente; 4: Aceptable; 5: Bien.

*Se califica de 1 a 5 así: 1: Inaceptable; 2: Regular; 3: Deficiente; 4: Aceptable; 5: Bien.

6. CONCLUSIONES

- En términos generales, las condiciones en las que se encuentra actualmente la infraestructura del acueducto y las líneas de aducción de la vereda paraje la luisa, están en buen estado. sin embargo, de que el acueducto cuenta con un tabique más bajo y unos tapones que desvían el agua cuando se presentan altos niveles de turbiedad, y dos filtros dinámicos descendentes que se encargan de eliminar el 80% de los sólidos que arrastra el agua, la bocatoma requiere de mantenimiento tres veces al día por la acumulación de lodo debido a las lluvias constantes y a las subidas en la zona.

En cuanto a las condiciones de los cauces naturales de las subcuencas que surten de agua al acueducto, éstos se encuentran en un nivel bajo de afectación por las constantes inundaciones primordialmente, seguido de movimientos masivos, incendios forestales y crecientes súbitas. las concesiones totales de agua y el PSMV adscritas a la CVC registran el 97,89% en el río Meléndez y el 87,7% en el Cañaveralejo más 11 captaciones no formales cuya finalidad es el consumo humano y doméstico. por su parte, el río Lili presentó el 97% de las concesiones solicitadas correspondientes al riego y la silvicultura más 8 captaciones no formales. del mismo modo, los aforos realizados sobrepasan los caudales del agua en concesión, en determinados casos hasta más del 100%. en las subcuencas, la precipitación tiende a bajar en las épocas del fenómeno del Niño.

Con respecto a la oferta y la demanda del agua potable, el río Meléndez tiende a presentar un riesgo alto ya que sufre la presión más alta de las subcuencas debido al uso del recurso hídrico para la actividad agropecuaria.

Por último, se detectó un riesgo latente de contaminación en los tres ríos debido al aumento del turismo incontrolado, al eventual fallo de los sistemas sépticos, la probable liberación de aguas contaminadas hacia la fuente de suministro o cerca de las líneas de aducción, conducción y distribución.

- En lo relacionado con los indicadores de los escenarios sobre los impactos ambientales que generan el deterioro en las cuencas, se detectó que el riesgo está representado por la alteración de los componentes físicos, químicos y microbiológicos del agua que podrían afectar la salud humana e inclusive ocasionar desabastecimiento a la población local y que son producidos por fenómenos naturales, socio- naturales y de actividad humana como: avenidas torrenciales, sequias, movimientos en masa, vendavales, fallas en el terreno, incendios forestales, sismos, fallas operacionales, turismo, asentamientos humanos, actividad porcícola, agrícola, pecuaria y minera.

No obstante, se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable para la vereda paraje La Luisa presentó baja amenaza, esto gracias a que todos los agentes contaminantes registraron valores menores a los aceptables según la ley. Esto también se debe a los usos de suelo aguas arriba de la bocatoma donde hay unas condiciones favorables que proveen el agua de buena calidad.

- El plan de emergencia y contingencia propuesto para prevenir daños en la infraestructura del acueducto en la vereda paraje La Luisa, estuvo enfocado en la capacidad de respuesta consistente en un estudio que permitió identificar el panorama de recursos disponibles ante una situación de emergencia, conllevando de este modo a la toma de decisiones, la gestión de estas capacidades, así como la identificación clara de qué recursos serían necesarios para gestionar ante una emergencia. Este ítem corresponde a un análisis de suministros, servicios y recursos existentes en la organización para el control de las emergencias según la identificación de las amenazas y las necesidades de ejecución de los planes de contingencia. Solo deberán ser consideradas capacidades en “buen estado”.

La capacidad de respuesta estuvo definida por los siguientes factores: mapa de actores conformado por entidades públicas, privadas, organizaciones comunitarias y ONG's que están vinculadas con el sistema del servicio de acueducto y que intervienen de modo directo o indirecto con la gestión del riesgo; listado de suministros; recursos humanos y económicos; materiales y equipos; Comité Central para la Atención de Emergencias como equipo de trabajo constituido por los funcionarios adscritos a la empresa prestadora del servicio, encargado del diseño de estrategias que dirigen el desarrollo de los programas preventivos y de control para eventos de emergencias con base en los riesgos existentes; y programa de fortalecimiento de educación y capacitación, con el que se buscó identificar los requerimientos para la atención de emergencias al personal del sistema, que participará en su atención en lo concerniente a evaluación de afectaciones, primeros auxilios y manejo de equipos de comunicación, entre otros.

7. RECOMENDACIONES

- Dada a la alta vulnerabilidad del acueducto en el escenario de sobrepasar los valores máximos permitidos y su capacidad para eliminarlos, se deberá garantizar los recursos para activar los protocolos de emergencia, apoyarse y coordinar acciones en conjunto con otras entidades enfocados a ejecutar las medidas estructurales y no estructurales de reducción de la amenaza y la vulnerabilidad establecidas en la respectiva elaboración del Plan de Gestión del Riesgo. Este proceso implica que se disminuya la magnitud de los impactos, se aumente la capacidad para absorberlos o resistirlos, así como recuperarse de un evento adverso.
- En la etapa del plan de emergencia y contingencia es prioritario que los procesos de capacitación se presenten de forma recurrente y se acompañen con el desarrollo de simulacros que den la posibilidad al personal, de aprender y repetir su función en el desarrollo de la atención de la emergencia. Así mismo, los simulacros permiten efectuar posibles ajustes a los procedimientos establecidos en los planes.
- El presente plan de emergencias y contingencia deberá ser actualizado cada año de manera periódica normal, pero en el evento en que se tengan modificaciones importantes en las características de la institución, de los procesos, en el personal involucrado en el plan, en los mecanismos de administración del riesgo, entre otros, se deberán hacer los ajustes respectivos de forma inmediata. La complementación y modificación de contenidos del plan se realizarán en el momento que se considere conveniente por el Comité de Emergencia (COE) o la brigada de emergencias y cuando se realicen recomendaciones específicas tras la realización de simulacros. Vale la pena recomendar la elaboración de un plan de manejo de la cuenca para prevenir daños.

REFERENCIAS

- Acevedo Magaldi, J. y Mendivelso Vergara, L. (2013). *La responsabilidad disciplinaria de los alcaldes municipales y distritales por el daño ambiental en Colombia*. [Maestría en derecho administrativo]. Universidad Libre. Bogotá D. C.
- Amézquita Marroquín, C.; Pérez Vidal, A. y Torres Lozada, P. (2014). Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua. *Revista EIA*, ISSN 1794-1237 / Año XI / Volumen 11 / Edición N. 21 / pp. 157-169. Publicación semestral de carácter técnico-científico / Escuela de Ingeniería de Antioquia —EIA—, Envigado (Colombia).
- Asociación Administradora del Acueducto Alto los Mangos (2018). Ubicación cuenca abastecedora zona de las Quebradas de las bocatomas. Santiago de Cali. Recuperado el 29 de noviembre de 2020. <https://colombiapymes.com/ficha/asociacion-administradora-acueducto-alto-mangos-204537>
- Botero Monsalve, J.; Gonzáles Reyes, G. y Sánchez Ruíz, C. (2017). Diagnóstico del estado actual de redes y evaluación técnico económica de las alternativas para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Anapoima. Programa de Especialización en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C.
- Carrizosa, J.; Rofman, A.; Torres, S.; Martín, J. y Leytón, J. (1988). La dimensión ambiental en la planificación del desarrollo. CEPAL - ILPES – PNUMA. Grupo Editor Latinoamericano Buenos Aires, Argentina.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (2017). Evaluación regional del agua valle del Cauca – CVC. Dirección Técnica Ambiental. Santiago de Cali.
- Díaz Suezcún, L. y Alarcón Africano, J. (2018). Estudio hidrológico y balance hídrico para determinar la oferta y la demanda de agua de la cuenca de la quebrada Niscota para un acueducto interveredal en Nunchía, Casanare. Programa de Especialización en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado E.S. P. del Paraje La Luisa. Sigla E.M.A.A E.S.P. (2019).

Flórez Duarte, L. (2019). [Maestría en *Optimización de la Cobertura y Abastecimiento del Servicio Público de Agua Potable en el Municipio de los Santos, Santander*. Gestión Pública y de Gobierno]. Universidad de Santander – UDES. Bucaramanga.

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE (2012). Metodologías de análisis de riesgo documento soporte guía para elaborar planes de emergencia y contingencias. Obtenido de: <http://www.ridsso.com/documentos/muro/fe6dd4f800e4ed2467827680f51e2ae8.pdf>

Gaspari Fernanda, J.; Rodríguez Vagaría, A.; Sinisterra Gabriela, E.; Delgado María, I. y Besteiro, S. I. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. Obtenido de: <https://core.ac.uk/download/pdf/153563964.pdf>

Giraldo Alzate, O. (2015). Derecho al medio ambiente sano y su desarrollo normativo en Colombia. *Revista Criterio Libre Jurídico*. 13(1), 45-50. <http://dx.doi.org/10.18041/crilibjur.2016.v13n1.25106>.

Ibañez Esquivel, G. (2012). *Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la sub cuenca del río san pablo en el cantón la maná, provincia de Cotopaxi*. [Tesis de Grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga – Ecuador.

Jaramillo Rosero, O. (2011). *Un sistema de cuentas ambientales del recurso hídrico para el valle del cauca: un tramo del río cauca*. [Trabajo de Grado]. Universidad del Valle. Santiago de Cali.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico. República de Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente (2014). Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Obtenido de: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Resolución 549 de 2017. Obtenido de: <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0549%20-%202017.pdf>

Ordoñez Gálvez, J. (2011). ¿Qué es cuenca hidrológica? Cartilla técnica: aguas subterráneas y acuíferos. Sociedad Geográfica de Lima. Lima – Perú. Obtenido de: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf

Pamplona Moreno, H. y Peña Garzón, A. (2016). Diseño e implementación del plan de emergencias y contingencias para la Fundación Universitaria los Libertadores. Especialización en Higiene, Seguridad y Salud en el Trabajo. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Bogotá D.C

Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta Revista Electrónica Educare, vol. XV, núm. 1, pp. 15-29 Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.

Pérez Ruíz, A. (2013). Análisis del desarrollo de la política ambiental en Colombia. Especialización en Finanzas y Administración Pública. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C.

POMCA (2019). Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica de los ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo, localizada en el departamento del Valle del Cauca en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Documento Plan. Obtenido de: https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-05/15.%20Resumen%20Ejecutivo.Mayo9_.2019.3.pdf

Rodgers, K. y Casallas, (2000). Calidad Ambiental y Desarrollo de Cuencas Hidrográficas: un Modelo para Planificación y Análisis Integrados. Buenos Aires – Argentina.

Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC– (2002). Perfil del Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente en Colombia 2001. Tomo 3. Colombia.

Secretaria de Salud Pública Municipal (2015). Análisis de situación integrada de salud (ASIS). Alcaldía de Santiago de Cali.

Trani García, G.; Hernández Becerra, G.; B. G.; Chávez Morales, J. y Oropeza Mota, J. (2013). Propuesta de plan de manejo de agua en la zona baja de la subcuenca hidrográfica Armería. RIHA vol.34 no.3. La Habana.